

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

ESCUELA DE POSTGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE EDIFICACIONES Y SUS IMPACTOS
AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y
SOSTENIBLE**

PRESENTADA POR:

Héctor, AROQUIPA VELÁSQUEZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



PUNO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
BIBLIOTECA CENTRAL AREA DE TESIS
Fecha ingreso: 08 AGO 2014
Nº 00447

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
ESCUELA DE POSTGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE



TESIS:

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE EDIFICACIONES Y SUS IMPACTOS
AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y
SOSTENIBLE**

PRESENTADA POR:

Héctor, AROQUIPA VELÁSQUEZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
ESCUELA DE POST GRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE**

TESIS:

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE EDIFICACIONES Y SUS IMPACTOS
AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y
SOSTENIBLE**

PRESENTADA POR:

HÉCTOR AROQUIPA VELÁSQUEZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

: 

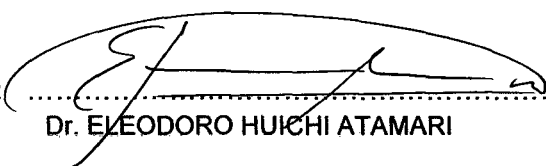
Dr. JUAN ASTORGA NEIRA

PRIMER MIEMBRO

: 

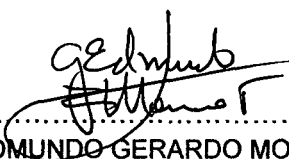
Dr. ROLANDO APAZA CAMPOS

SEGUNDO MIEMBRO

: 

Dr. ELEODORO HUICHI ATAMARI

ASESOR DE TESIS

: 

Dr. EDMUNDO GERARDO MORENO TERRAZAS

Puno, enero del 2014.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis hijos Russell y Alessandro, que con su encanto y bondad dieron el inicio del presente trabajo.

A mis colegas de la UNA Puno quienes motivaron el inicio al estudio de Post Grado.

HECTOR AROQUIPA VELASQUEZ

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitir que me desarrolle como profesional y darme la oportunidad de vivir, disfrutando la coyuntura del desafío.

HECTOR AROQUIPA VELASQUEZ

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es un estudio desde la perspectiva de los “Procesos constructivos de edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible”. En las obras que ejecuta el Gobierno Regional de Puno (GRP) periodo 2012-2013. Siendo la construcción un proceso rápido y desordenado, que generan impactos ambientales. Para lo cual, la metodología planteada identifica los impactos ambientales de los procesos constructivos de una obra siguiendo los pasos siguientes: identificación de los aspectos ambientales relacionados con el proceso de construcción, desarrollo de indicadores, formulación de los límites de significación, determinación de la importancia de los impactos ambientales. Los resultados muestran que un proceso constructivo convencional presenta impactos ambientales significativos, evaluados en la ejecución de cada partida, desmereciendo la calidad del proceso constructivo, medido en las perturbaciones ambientales, alteración del entorno y otros. Los impactos ambientales en los procesos constructivos en edificaciones, con un error del 0.652, tienen una implicancia directa en la calidad de ejecución para un proceso constructivo limpio y sostenible en un 95.70%, siendo el de mayor incidencia “obras de concreto armado” y menor incidencia “instalaciones eléctricas” con un 5.19% y 0.11% respectivamente en la generación de impactos ambientales, estos aspectos se cuantifican en costos por partida ejecutada que corresponden a un 3 a 6% del presupuesto total, que puede ser plasmado en la mejora del proceso constructivo con una adecuada actualización de la tecnología, capacitación al personal y mejora en los equipos.

Palabras Clave: Impactos Ambientales, Proceso Constructivo, Producción Limpia, Producción Sostenible.

ABSTRACT

The present investigation is a study from the perspective of "constructive processes of buildings and their environmental impacts relative to a clean and sustainable production." In the works running the Regional Government of Puno (GRP) 2012-2013. As the rapid construction and messy process that generate environmental impacts. For that, the proposed methodology identifies the environmental impacts of the construction process of a work by the following steps: identification of environmental aspects related to the process of construction, development of indicators, making the limits of significance, determining the significance of environmental impacts. The results show that a conventional construction process presents significant environmental impacts evaluated in the execution of each heading, belittling the quality of the construction process, measured in environmental disturbances, alteration of the environment and others. Environmental impacts in the construction processes in buildings, with an error of 0.652 , have a direct bearing on the quality of execution for clean and sustainable construction process by 95.70 %, the highest incidence of " reinforced concrete works " and less incidence " electronics " with a 5.19 % and 0.11 % respectively in generating environmental impacts, these aspects are quantified in costs starting executed corresponding to 3-6 % of the total budget, which may be embodied in process improvement constructive with proper updating technology, staff training and improved equipment.

Keywords: Environmental Impacts, Construction Process, Cleaner Production, Sustainable Production.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	V
PRESENTACIÓN	6
INTRODUCCIÓN.....	7
<u>CAPÍTULO I. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</u>	1
1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN – PROBLEMÁTICA.	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.	4
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6. DELIMITACIONES.....	7
<u>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</u>	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.	8
2.2. MARCO LEGAL.	11
2.3. MARCO REFERENCIAL.....	15
2.4. ENFOQUE BASADO EN ONTOLOGÍA PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL MEDIO AMBIENTE RESPECTO A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE EN UN PROCESO CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES	39
<u>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</u>	63
3.1. METODO	63
3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	63
3.3. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	64
3.4. VARIABLES E INDICADORES DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
3.5. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO.....	67
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	67
3.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES.....	68

3.8. LA EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE PROYECTO (EXPEDIENTE TÉCNICO).....	79
3.9. SISTEMA DE EJECUCIÓN BASADO EN LA WEB.....	94
<u>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	95
4.1. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA	95
4.2. RESULTADOS.....	98
CONCLUSIONES.....	124
RECOMENDACIONES.....	128
BIBLIOGRAFÍA.....	129
ANEXOS	138

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Descripción</i>	<i>pág.</i>
CUADRO 1. Comparación de la cobertura de los distintos métodos de evaluación ambiental de construcción durante la fase de construcción.....	17
CUADRO 2. Muestra no probabilística, intencional o de conveniencia, de los proyectos en ejecución Gobierno Regional de Puno periodo 2012-2013.....	65
CUADRO 3. Indicadores de Desempeño Ambiental del Sector Construcción.....	66
CUADRO 4. Indicadores ambientales, para la identificación de los impactos ambientales por partidas.....	71
CUADRO 5. Sistema de puntuación para la magnitud del impacto (<i>MGj</i>).....	80
CUADRO 6. Sistema de puntuación para el medio ambiente.....	81
CUADRO 7. Determinación de los indicadores ambientales – que son adaptados de las variables originales de estudio al modelo Web trabajado.....	83
CUADRO 8. Indicadores para la determinación de las afectaciones del entorno.....	87
CUADRO 9. El nivel de aceptabilidad de los impactos ambientales.....	93
CUADRO 10. Evaluación de impacto ambiental de magnitud relacionada con el proceso de construcción – intervalos de confianza.....	100
CUADRO 11. Análisis estadístico de los indicadores cuantitativos.....	106
CUADRO 12. Muestra los resultados del modelo web-econométrico.....	109
CUADRO 13. Impacto ambiental debido a cada partida que compone la obra.....	113
CUADRO 14. Características que diferencia de una ejecución convencional de uno tecnificado o mejorado según una producción limpia y sostenible.....	117
CUADRO 15. Reducción de impactos ambientales de un proceso constructivo convencional a uno tecnificado.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Descripción</i>	<i>pág.</i>
Figura 1. Estructura Funcional de la empresa vs Estructura con enfoque a procesos.	38
Figura 2. Sistema de gestión integrada de impactos ambientales.	39
Figura 3. Metodología para el desarrollo de ontología.	43
Figura 4. Clases y jerarquía de clases para "Procesos Constructivos".	51
Figura 5. Clases y jerarquía de clases para "Impactos Ambientales".	53
Figura 6. Estructura conceptual que muestra las relaciones entre las principales clases del enfoque basado en ontología.	54
Figura 7. Relación entre la categoría "Cuestiones Locales" e "Impactos Medioambientales".	59
Figura 8. Identificación de impactos medioambientales relacionados con el proceso constructivo "demoliciones, movimientos de tierra y gestión de residuos".	60
Figura 9. Información disponible para el impacto ambiental (generación de polvo en actividades de movimiento de tierra y acopios).	60
Figura 10. Identificación de instrucciones de trabajo relacionadas con impacto ambiental (generación de polvo en actividades de movimiento de tierra y acopios).	61
Figura 11. Identificación de impactos ambientales relacionados con la instrucción de trabajo "instrucciones para el uso de machacadoras de áridos".	61
Figura 12. Flujo-grama de procesos de identificación de impactos en los procesos constructivos (estructuras). Indicador ambiental según cuadro 4.	69
Figura 13. Flujo-grama de procesos de identificación de impactos en los procesos constructivos (arquitectura).	70
Figura 14. Flujo-grama de procesos de identificación de impactos en los procesos constructivos (instalaciones sanitarias, eléctricas y otros).	71
Figura 15. Indicadores ambientales.	73

Figura 16. La identificación de los aspectos ambientales en un enfoque orientado a los procesos.....	75
Figura 17. Escalas numéricas para los tres componentes de importancia: probabilidad de ocurrencia (P), duración del impacto (D) y escala de impacto (S).....	76
Figura 18. Descripción general del proceso de identificación de los aspectos ambientales en un enfoque orientado a procesos.....	79
Figura 19. Descripción general de los componentes de importancia para el medio ambiente.....	82
Figura 20. Verificación y validación de la metodología.	95
Figura 21. Muestra el grado de distribución y el nivel de confianza del modelo Web. Que es aceptable.	99
Figura 22. Nivel de incidencia de los procesos constructivos en los impactos ambientales producidos en la ejecución de obras.....	112
Figura 23. Analogía de los impactos ambientales en edificaciones generados en su procesos constructivo versus la producción limpia y sostenible.....	114
Figura 24. El grafico radar muestra la variación de los impactos ambientales significativos, en un proceso constructivo convencional.	115
Figura 25. El grafico radar muestra la variación de los impactos ambientales significativos, según la producción limpia y sostenible.....	115
Figura 26. El grafico radar muestra la variación de los impactos ambientales más significativos, en un proceso convencional y un proceso tecnificado.....	116
Figura 27. Incidencia de los procesos constructivos convencionales a lo tecnificado. Relación directa con la calidad del proceso constructivo	118
Figura 28. Relación impacto ambiental – magnitud del proyecto en costo	120

PRESENTACIÓN

La presente investigación, se condujo en la expectativa de contribuir a la industria de la construcción regional ya sea por ejecución presupuestaria directa o indirecta, mejorando los “Procesos Constructivos en Edificaciones y sus Impactos Ambientales con Relación a una Producción Limpia y Sostenible”. Por las características propias de la investigación, el trabajo es de tipo descriptivo, explicativo y correlacional. Con resultados que permitan demostrar y establecer el nivel de los impactos ambientales en procesos constructivos de obras de edificaciones, respecto a su calidad durante la ejecución de sus partidas, por medio de un conjunto de actividades enfocadas en las “Buenas Prácticas Ambientales” que corresponde a una producción limpia y sostenible.

En la actualidad la industria de la construcción, tanto en el sector público como privado, presentan problemas ambientales a mayor capacidad económica del Estado, mayor inversión en infraestructura y con ello el crecimiento en este sector se ve impulsado por los programas gubernamentales (educación, salud, saneamiento, vial, etc.), y la reactivación de la autoconstrucción motivada por mayores facilidades de financiamiento. Por su parte, la inversión privada en infraestructura también contribuye a su crecimiento, lo cual logra activar la industria de la construcción y muchas otras actividades económicas relacionadas con ella. La industria de la construcción presenta en gran medida elevados niveles de contaminación en su proceso constructivo por las múltiples partidas a ejecutarse en el cumplimiento de las metas del proyecto, manifestándose estas en la alteración del medio ambiente como: suelo, agua y aire, por el uso excesivo de energía, generación de residuos sólidos y la sobre explotación de las materias primas e insumos.

INTRODUCCIÓN

La protección del medio ambiente constituye una de las preocupaciones más importantes en la sociedad actual y el sector de la construcción no es ajeno, generando contaminación en cada partida ejecutada e incidiendo negativamente al medio ambiente. El triángulo conceptual de los proyecto de costo – calidad – plazo, se condiciona cada día de manera más exigente a los requerimientos establecidos en las normativas y regulaciones medioambientales, tanto a nivel de planificación de proyecto o ejecución. Consecuentemente todos los agentes que intervienen en este proceso deben estar capacitados para comparar y adecuar los estándares de respeto al medio ambiente y las alternativas que lógicamente surgen de acuerdo con tal paradigma.

En el presente trabajo, se determinó la relación e incidencia de los impactos ambientales generados en los procesos constructivos convencionales, medidos como calidad de la ejecución en los procesos constructivos y Cuantificados, aplicando la teoría de las buenas prácticas ambientales como la producción limpia y construcción sostenible; donde: “La Producción Limpia” consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente. Basado en el presente estudio la estrategia de Producción Limpia desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), diseñando una metodología para implementar un programa de producción limpia en las empresas panameñas del sector construcción, con énfasis en obras de edificación (PNUMA, 2012). “La Construcción Sostenible”, debe entenderse como el desarrollo de la construcción tradicional bajo una responsabilidad considerable con el medio

Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo así la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno (Kibert, 2012).

Esta tesis doctoral contribuye a la implementación de sistemas de gestión ambiental en las instituciones dedicadas al rubro de la construcción, instituciones públicas y privadas, al proponer un enfoque orientado a los procesos como un factor de integración. La metodología propuesta puede ser utilizada para los sistemas de gestión ambiental o simplemente, ayudar a las empresas de construcción para mejorar su entorno, medio ambiente y la toma de decisión.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN – PROBLEMÁTICA.

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción de infraestructuras que satisfacen las necesidades de la población, en diferentes sectores (educación, salud, saneamiento, vial, etc.), son una necesidad humana evidente y urgente. Hasta hace muy poco, la tarea formidable de proporcionar suficiente infraestructura a la población, habían cobrado más importancia que las consideraciones ambientales.

Todas las actividades que realiza el ser humano, tienden a degradar el medio ambiente en diferentes proporciones, o afectarlo de una u otra forma. La construcción es considerada como una actividad en constante desarrollo y así mismo se considera que produce un fuerte impacto al medio ambiente dentro de todas sus etapas, desde la obtención de materias primas y la fabricación de productos, hasta la ejecución de obras y el uso posterior de los inmuebles, valorados por el impacto de la energía que se consume y los residuos que se generan (Glinka, Vedoya, & Pilar de Salazar, 2005). El problema de la generación y manejo de los escombros o residuos en la ejecución de las obras

de construcción, está muy relacionado con los procesos constructivos utilizados. Durante la construcción, las áreas de intervención se encuentran vulnerables a la alteración ambiental. A menudo, la construcción es un proceso rápido y desordenado, con gran énfasis en completar el proyecto y no en proteger el medio ambiente. Por lo tanto, pueden darse impactos ambientales innecesarios y gravemente dañinos (Alcalde, 1999). La actividad de la construcción afecta además a las cercanías inmediatas del área intervenida, en lo social, y al medio abiótico y biótico; como el suelo, agua y aire con un consumo en demasía de energía, materiales e insumos y la generación de residuos sólidos (Kibert, 2012). Por otra parte, se han incrementado las quejas por parte de la comunidad (áreas de intervención), relacionadas con las actividades de construcción, donde se destaca la invasión del espacio público, el ruido, vibraciones ocasionadas por los equipos y la maquinaria, las emisiones de gas, polvo y generación de residuos, entre las principales (Kilford, 2006).

Habiendo reconocido la importancia de las implicaciones ambientales relacionadas con las actividades de la construcción, se establecen los sistemas de gestión ambiental (SGA). Sin embargo, estos sistemas han sido ampliamente denigrados de ser burocráticos, de arduo trabajo impulsado y de dudosa utilidad para la gestión de la construcción (Griffith, 2000). Además de las barreras de implementación generales que pueden afectar a todos los sectores. Algunos investigadores sugieren que las peculiaridades propias del sector de la construcción, que implican no sólo una importante dispersión geográfica y una alta temporalidad, sino también una alta variabilidad en las técnicas de construcción y sistemas dificultan aún más la implantación de sistemas de gestión en las empresas de construcción (Bhutto, Griffith, & Stephenson, 2004),

(García & Vázquez, 2007). Esta es la razón por la que se aplica con frecuencia a partes aisladas de un institución dedicada a la construcción (Karapetrovic, 2002). En forma paralela, la dificultad de operar múltiples SGA en paralelo al mismo tiempo (Zeng, Shi, & Lou, 2007) y un aumento de la compatibilidad entre las diferentes normas (Jørgensen, Remmen, & Mellado, 2006) han demostrado, que emerge de la idea de la integración. Se ha argumentado ampliamente que los Sistemas Integrados de Gestión (SGA) puedan reducir redundancias inútiles y posiblemente generen sinergias positivas (Karapetrovic, 2002).

El presente estudio plantea la investigación, de los impactos ambientales adversos en la etapa del proceso constructivo propiamente dicho para edificaciones en la región del Altiplano del sur Peruano.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a. Problema general

¿Cómo inciden los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, en la calidad de ejecución de la obra considerando una producción limpia y sostenible?

b. Problemas específicos

- ¿Qué relación tendrán los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción sostenible?
- ¿Cuál será la relación que tendrán los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción limpia?

- ¿Cuál será la incidencia de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra en relación a una producción limpia y sostenible, cuantificado en costos?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

a. Objetivo general

Determinar la incidencia de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, y a una producción limpia y sostenible.

b. Objetivos específicos

- Establecer la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción sostenible.
- Determinar la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción limpia.
- Analizar y determinar la incidencia de los impactos ambientales, de los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra como una producción limpia y sostenible, cuantificado en costo.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

a. Hipótesis general de la investigación

Los impactos ambientales causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, desfavorecen la calidad de la ejecución de la obra con respecto a una producción limpia y sostenible.

b. Hipótesis específicos de la investigación

- Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales en edificaciones tienen una relación directa con la calidad de ejecución de la obra de acuerdo a una producción sostenible.
- Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales en edificaciones tienen una relación directa con la calidad de ejecución de la obra de acuerdo a una producción limpia.
- Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones inciden negativamente en la calidad de ejecución de la obra respecto a una producción limpia y sostenible cuantificado en costos.

1.5. JUSTIFICACIÓN

a. Justificación teórica.

La industria de la construcción perturba el medio ambiente en su entorno y genera grandes volúmenes de residuos y contaminación, en su proceso constructivo. Además de incrementar la incomodidad por parte de la comunidad en las áreas de intervención (Han & Chatterjee, 1997)

La presente investigación se realizó debido a que la situación regional sobre el manejo de las perturbaciones ambientales es aún incipiente, puesto que no se

cuenta con las herramientas necesarias que permitan evaluar el desarrollo de las actividades, incluyendo la calidad de los procesos constructivos, ejecución de cada una de las partidas y las de mayor incidencia en la generación de impactos ambientales. Por lo que esta investigación, surgió para establecer y proporcionar una alternativa al manejo de la perturbación del medio ambiente en un proceso constructivo minimizándolo, considerando que constituye un aspecto poco cuantificado durante mucho tiempo.

La presente investigación, cuantifica los impactos ambientales originados en un proceso constructivo convencional, relacionándolas con las teorías de producción limpia y sostenible, aplicando el método cuantitativo desarrollado por Gangolells et al. (2009), basado en un modelo matemático que permite cuantificar el grado y nivel de impacto ambiental en el proceso de ejecución de una obra según su magnitud (obras por ejecución presupuestaria directa e indirecta), respecto a una producción limpia y sostenible. Destacando los puntos piramidales de la sostenibilidad: económico, social y ambiental en términos de procesos constructivos de una obra de edificación, se asume que los resultados ayudaran a mejorar la cuantificación de los impactos.

b. Justificación metodológica

La metodología utilizada consiste en identificar el problema, y el análisis cuantitativo de la ejecución de las partidas que componen el proyecto según las teorías de impactos ambientales. El alcance de esta investigación incluye el desarrollo de una metodología orientada a procesos para mejorar la integración de los sistemas de gestión de la seguridad del medio ambiente para las empresas de construcción que se centran en el sub-sistema, para identificar, evaluar y controlar operativamente los aspectos ambientales. El sub-sistema de

seguimiento y medición, que focalizan en la demostración de la mejora continua, requiere la adquisición de datos de rendimiento real de las obras y por eso está fuera del alcance de este estudio. Todo esto mediante la aplicación de todos los elementos metodológicos correspondientes. La toma de datos se efectuó mediante observación, formatos de encuestas, revisión del expediente técnico, etc. Según la metodología aplicada (Gangoletts et al., 2009). En un periodo de seis meses.

1.6. DELIMITACIONES.

a) Espacial.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el ámbito de la región Puno, que comprende a las varias obras de construcción de edificaciones ejecutadas por el Gobierno Regional de Puno.

b) Temporal.

Corresponde a la ejecución de las obras en el periodo 2012 – 2013, por ejecución presupuestaria directa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Gangoellis, M., Casals, M., Gassó, S., Forcada, N., Roca, X., & Fuertes, A. (2009), en la investigación “Una metodología para predecir la gravedad de los impactos ambientales relacionados con el proceso de construcción de edificios de viviendas”. Presenta, un enfoque sistemático para abordar los posibles impactos ambientales adversos en la etapa de pre-construcción. La metodología propuesta por estos autores, sirve como una herramienta de evaluación para proyectos de construcción para medir el desempeño ambiental de sus actividades de construcción. Proporcionando una base sólida para las comparaciones y la evaluación comparativa de etiquetado ecológico y ambiental entre las empresas de construcción y obras de construcción. En el marco metodológico, los autores referidos proponen nueve categorías sobre los aspectos ambientales incluyendo: emisiones atmosféricas, emisiones de agua, generación de residuos, alteración del suelo, consumo de recursos, los problemas locales, las cuestiones de transporte, efectos sobre la biodiversidad, y los incidentes, accidentes y posibles situaciones de emergencia. La metodología incluye 20 indicadores de desempeño desarrollados con la ayuda

de un panel de expertos. Con el fin de evitar un defecto típico de los métodos de evaluación ambiental, los indicadores ambientales, tanto directos como indirectos, siempre se basan en datos cuantitativos disponibles en los documentos del proyecto.

Ding, Grace K. C. (2008). En su obra "La construcción sostenible papel de las herramientas de evaluación ambiental", señala que la construcción ha sido acusado de causar problemas ambientales que van desde el consumo excesivo de los recursos globales, tanto en términos de operación de construcción y edificación a la contaminación del medio ambiente circundante, y la investigación en el diseño de la edificación sustentable y el uso de materiales de construcción para minimizar el impacto ambiental ya está en marcha. Sin embargo, basándose en el diseño de un proyecto para lograr el objetivo del desarrollo sostenible, o para minimizar los impactos a través de una adecuada gestión en el lugar, no es suficiente para manejar el problema actual. El objetivo para la evaluación de la sostenibilidad va más allá de la etapa de diseño de un proyecto para considerar su importancia en una etapa temprana, antes de que cualquier diseño detallado o incluso antes de que se haga un compromiso para seguir adelante con el desarrollo.

Singh, Murty, Gupta, and Dikshit (2009) En su publicación "Una visión general de las metodologías de evaluación de sostenibilidad", reportan que Los indicadores de sostenibilidad y el índice compuesto están ganando mucha importancia y cada vez más reconocida como una poderosa herramienta para la formulación de políticas y la comunicación pública en el suministro de información sobre los países y el desempeño empresarial en campos como el medio ambiente, el mejoramiento económico, social o tecnológico. Al

conceptualizar los fenómenos y destacar tendencias, indicadores de sustentabilidad simplificar, cuantificar, analizar y comunicar la información compleja y complicada. Hay una serie de iniciativas existen en indicadores y marcos para el desarrollo sostenible.

Gangolells, M., Casals, M., Forcada, N., & Macarulla, M. (2014). en su publicación "La evaluación de las preocupaciones de las partes interesadas en la predicción de la importancia de los impactos ambientales relacionados con el proceso de construcción de edificios de viviendas" Señala que los problemas más comunes y los obstáculos encontrados por las organizaciones de la construcción durante el proceso de implementación y el uso de sistemas de gestión ambiental están relacionados con las peculiaridades propias del sector de la construcción. Varios estudios han demostrado que una de las cuestiones relacionadas con el mayor nivel de incertidumbre es la identificación y evaluación de los impactos ambientales. Con el fin de mejorar la identificación de la importancia de los impactos ambientales de los proyectos de construcción y sitios, lo que llevará a una mayor eficiencia y robustez en los sistemas de gestión ambiental, en este trabajo se extiende el enfoque sistemático para identificar y evaluar los posibles impactos ambientales negativos en la pre-construcción etapa presentada en Gangolells *et al.* (2009) mediante la introducción de la evaluación de las inquietudes de las partes interesadas. Al tener en cuenta las preocupaciones entre las partes interesadas internas y externas, se puede evaluar la importancia de los impactos ambientales, teniendo en cuenta no sólo la gravedad de los impactos, sino también las percepciones locales y los desafíos internacionales, lo que garantiza que la determinación de la significación de los

impactos es adecuada para determinados entornos socioeconómicos y biofísicos que rodean las obras de construcción.

Zhang, Shen, and Zhang (2013), en su publicación “Evaluación del ciclo vital de las emisiones a la atmósfera durante el proceso de construcción de inmuebles: un estudio de caso en Hong Kong”, señala que la generación de una cantidad significativa de las emisiones de los procesos de construcción de edificios ha llevado a la promoción del control de emisiones como una estrategia importante para la aplicación de los principios de desarrollo sostenible en el medio ambiente construido. Las emisiones incurridas durante las diversas etapas incluyen dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, dióxido de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, no metánicos compuestos orgánicos volátiles y partículas.

2.2. MARCO LEGAL.

El marco general de política ambiental en el Perú, se rige básicamente por el artículo 67° de la Constitución Política del Perú, en el cual se señala que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

La Política de Estado N° 19, se encuentra enmarcada en el grupo de objetivos para lograr la competitividad del país con metas hasta el año 2021. Tiene como finalidad fortalecer la institucionalidad de la gestión ambiental, mejorando y fortaleciendo la coordinación entre la sociedad civil, la autoridad ambiental nacional, las sectoriales y los niveles regionales y locales, en el marco de un sistema nacional de gestión ambiental. Esta acción tiene como base fundamental la gestión ambiental descentralizada y desconcentrada de los sectores del

Gobierno Central, los Gobiernos Regionales y los Gobiernos locales, con la participación del sector empresarial y la sociedad civil.

Según el Artículo 57.- Del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.- Todo proyecto de inversión pública y privada que implique actividades, u obras que puedan causar impactos ambientales negativos significativos, como las construcciones, está sujeto al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Mediante ley se desarrollan los componentes del SEIA. La Autoridad Ambiental Nacional, en cumplimiento de su rol director del SEIA puede solicitar la realización de estudios que identifiquen los potenciales impactos ambientales negativos significativos a nivel de políticas, planes y programas. El informe final de estos estudios es aprobado por el CONAM, MINAM (2009).

2.2.1. ISO 14000 - Gestión ambiental.

La familia ISO 14000, aborda diversos aspectos de la gestión ambiental. Proporciona herramientas prácticas para las empresas y organizaciones que buscan identificar y controlar su impacto ambiental y mejorar continuamente su desempeño ambiental. ISO 14001:2004 e ISO 14004:2004, se centran en los sistemas de gestión ambiental. Las otras normas en el enfoque familiar en aspectos ambientales específicos, tales como análisis del ciclo de vida, la comunicación y la auditoría.

2.2.2. ISO 14001:2004

El ISO 14001:2004, establece los criterios para un sistema de gestión ambiental. No afecta a los requisitos del estado para el desempeño ambiental, pero traza un marco de trabajo que una empresa u organización puede seguir para

establecer un sistema eficaz de gestión ambiental. Puede ser utilizado por cualquier organización, independientemente de su actividad o sector. Utilizar ISO 14001:2004 puede ofrecer garantías a la administración de empresas y empleados, así como grupos de interés externos que el impacto ambiental que se está midiendo y mejorado.

Los beneficios del uso de la norma ISO 14001:2004, pueden incluir: reducción del coste de la gestión de residuos, ahorro en el consumo de energía y materiales, reducción de los costes de distribución, mejora de la imagen corporativa entre los reguladores, clientes y público en general.

A continuación se incluyen el listado de las normas generales de gestión ambiental para edificaciones en el ámbito nacional.

- Constitución Política del Perú 30 de diciembre de 1993.
- Política de Estado N° 19 – Desarrollo sostenible y Gestión Ambiental Adoptada en el Marco del Acuerdo Nacional I 22 de julio de 2000.
- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, 13 de octubre de 2005.
- Ley N° 27293 Sistema Nacional de Inversión Pública, 28 de junio de 2000.
- Ley N° 26842 Ley General de Salud, 20 de julio de 1997.
- Ley N° 27444 Ley del Procedimiento Administrativo General 21 de marzo de 2001.
- Ley 28804 Ley que regula la Declaratoria de Emergencia Ambiental, 21 de Julio de 2006.
- Decreto Legislativo N° 1013 Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio de Medio Ambiente, 13 de mayo de 2008.

- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM Política Nacional del Ambiental, 23 de mayo del 2009.

La serie de normas ISO 14000 sobre gestión ambiental, incluye las siguientes normas:

- De gestión ambiental (SGA): especificaciones y directrices para su utilización.
- ISO 14001:2004, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 14004:2004, Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- ISO 14011:2002: Guía para las auditorías de sistemas de gestión de calidad o ambiental.
- ISO 14020, Etiquetado y declaraciones ambientales - Principios Generales.
- ISO 14021, Etiquetado y declaraciones ambientales – Autodeclaraciones.
- ISO 14031:1999 Gestión ambiental. Evaluación del rendimiento ambiental directrices.
- ISO 14032, Gestión ambiental - Ejemplos de evaluación del rendimiento ambiental (ERA).
- ISO 14040, Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Marco de referencia.
- ISO 14041. Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida. Definición de la finalidad y el campo y análisis de inventarios.

- ISO 14042, Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida. Evaluación del impacto del ciclo de vida.

2.3. MARCO REFERENCIAL.

El rendimiento de los proyectos de construcción, ha sido tradicionalmente medido en términos de tiempo, costo y calidad. Últimamente, el medio ambiente ha sido considerado como la cuarta dimensión (Anumba, Issa, & Pan, 2008a) y se ha instado a las organizaciones de la construcción para adoptar sistemas de gestión medioambiental (SGA) con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental. Sin embargo, la literatura reciente muestra que las empresas de construcción han sido lentas en adoptar las evaluaciones de desempeño ambiental (EPE o ISO: 14031), debido a "la falta de apoyo tecnológico, tales como la capacitación, el personal y la experiencia y "un aumento en los costos administrativos" (Anumba, Issa, & Pan, 2008b), Por lo tanto, se percibe comúnmente que la aplicación de SGA implica el despliegue de recursos adicionales, sin beneficios tangibles (Beckmerhagen, Berg, & Karapetrovic, 2003).

De acuerdo con Chen y Li, (2006) se desarrollaron pocos estudios sobre la integración de los aspectos de la gestión ambiental en la etapa de planificación construcción en particular. Por otra parte, actuales enfoques para el control y la gestión del medio ambiente son altamente cualitativos. Una búsqueda en la base de datos de Ingeniería Civil de la Sociedad Americana de Ingeniería Civil y de la base de datos Compendex se encontró que sólo el 2 % de todos los documentos sobre la gestión ambiental en la construcción proporcionan los métodos cuantitativos (Chen *et al.*, 2006), De los documentos que proporcionan tales métodos, los enfoques de Bernardo, Casadesus, and Karapetrovic (2009),

Bhutto *et al.* (2004), Institution (2006) y Institution (2007) se encuentran entre los más destacados. Especialmente el método de Índice de contaminación de construcción, desarrollado por Chen *et al.*, (2006) que ha demostrado ser un medio eficaz de evaluar cuantitativamente los niveles de contaminación y el riesgo de los procesos y proyectos de construcción. Chen *et al.* (2007) determinó cómo seleccionar el mejor plan de la construcción, mediante la clasificación de los impactos ambientales negativos de las operaciones/actividades, utilizando el método de planificación Ambiental. Como siempre, juicios subjetivos a menudo influyen en la exactitud de los métodos antes mencionados.

2.3.1. Descripción general de medio ambiente con relación a una producción limpia y sostenible.

La construcción ha sido señalada de causar problemas ambientales que van desde el consumo excesivo de los recursos mundiales, tanto en términos de operación de construcción y la construcción de la contaminación del medio ambiente Ding (2008). Sin embargo, la construcción antes de las investigaciones se ha centrado en la evaluación de la operación de construcción durante el desempeño ambiental (Cole, 2000). Según Ding (2008), la interacción entre la construcción de edificios y el medio ambiente sigue siendo en gran parte desconocido. La atención limitada para el impacto de la construcción en el sitio es una consecuencia de percibir la importancia relativamente menor de impacto de la construcción en comparación con el impacto del ciclo de vida asociados con el diseño de construcción y de gestión (Cole, 2000). Sin embargo, y debido a los impactos ambientales de las actividades de construcción no se han cuantificado adecuadamente, la hipótesis de que los efectos de la construcción son insignificantes en comparación con las otras fases de construcción, es

suposición (Sharrard, Matthews, & Roth, 2007). La temporalidad inherente asociado con la construcción en el lugar también contribuye a una escasa percepción de su impacto (Cole, 1999).

Incluso la construcción de métodos de evaluación ambiental, que se basan en el concepto de evaluación del ciclo de vida, se han centrado fundamentalmente en la evaluación del desempeño ambiental durante el funcionamiento del edificio (Cole, 2000), según Cole (1999) cuando algunos de los aspectos ambientales asociados a la construcción real y los procesos de demolición se incluyen en los métodos de evaluación ambiental, su cobertura no es consistente ni completa.

De acuerdo con Bunz, Henze, and Tiller (2006), que se centra en la fase de construcción de edificios, los programas Green Calc y CASBEE, no proporcionan recomendaciones durante la fase de construcción, del ciclo de vida, mientras que los otros métodos de evaluación ambiental de construcción sólo incluyen la gestión de residuos, el transporte de materiales de construcción, y el impacto de la construcción actividades en el lugar de trabajo y sus alrededores (Cuadro 1).

CUADRO 1.
COMPARACIÓN DE LA COBERTURA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE
EVALUACIÓN AMBIENTAL DE CONSTRUCCIÓN.

	LEED	ASHRAE Green Guide	IPD and CBIP	GBTTool	BREEAM	Guideline For sustainable building
• Gestión de residuos	X	X	X	X	X	X
• Transporte de materiales de construcción	X					X
• Impacto de la construcción en el sitio y sus alrededores	X	X	X	X	X	X

Fuente: adaptado de Bunz *et al.* (2006)

Los impactos de la construcción a menudo se evalúan únicamente por la presencia o ausencia de protocolos ambientales (Cole, 2000). En realidad, el

establecimiento de procedimientos ambientales durante la fase de construcción en el lugar se debe hacer después de la aplicación de cualquier metodología de evaluación ambiental. En efecto, sólo una vez que el significado de un determinado aspecto del medio ambiente ha sido evaluado, lo que resulta protocolos ambientales deben aplicarse (Cole, 2000).

La actividad de construcción es de por sí ambientalmente negativo, y esto hace que la tarea de documentar los impactos ambientales, sea algo difícil de lograr en la práctica. Sin embargo, la literatura existente examina los impactos físicos derivados de la construcción. Uher (1999) afirma que las actividades de construcción en el lugar suelen dar contaminación del aire, contaminación del agua, el consumo de recursos, los problemas de tráfico y la generación de residuos de la construcción. De acuerdo con Chen y Li, (2000), la construcción de fuentes de contaminación están relacionados y pueden ser divididos en siete tipos principales: polvo, gases nocivos, ruidos, residuos sólidos y líquidos, objetos caídos, hundimientos y otros. Chen *et al.*, (2005), consideraron, ocho categorías de impactos ambientales relacionados con la construcción: el suelo y la contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas, la construcción y la demolición, el ruido y la vibración, polvo, emisiones nocivas y olores, impactos sobre la vida silvestre y las características naturales y los impactos arqueología. Según Cole (2000), el impacto ambiental del proceso de caída de la construcción en las categorías de uso de los recursos, cargas ecológicas y problemas de salud humana. March (1992) observó los impactos ambientales de la industria de la construcción en las categorías de ecología, el paisaje, el tráfico, el agua, la energía, el consumo de madera, el ruido, el polvo, las aguas residuales y los riesgos de salud y seguridad. Shen y Tam. (2002) clasifican los

impactos ambientales relacionados con la construcción como la extracción de recursos del medio ambiente como los combustibles fósiles y los minerales, la extensión del consumo de los recursos genéricos (tierra, agua, aire y energía), la producción de residuos que requiere el consumo de suelo para su eliminación, así como la contaminación del medio ambiente que viven con el ruido, olores, polvo, vibraciones, emisiones químicas y de partículas y desechos sólidos y sanitarios. Sharrard *et al.* (2007), Centró su investigación sobre las implicaciones energéticas del proceso de construcción, que se habían demostrado ser 2,6 a 3,0% de todo el consumo de energía de los Estados Unidos. Según Cardoso (2005), los impactos negativos típicos de las actividades de construcción incluyen la producción de residuos, barro, polvo, contaminación del suelo y del agua y los daños a los sistemas de drenaje público, la destrucción de las plantas, el impacto visual, el ruido, aumentar el tráfico y la escasez de espacio de estacionamiento, y daños al espacio público. La investigación llevada a cabo por Glass and Simmonds (2007), reveló que los proyectos de construcción pueden experimentar diferentes retos debido a las diferencias en edificaciones, localidad, partes y niveles de tolerancia que hacen que sea difícil de predecir y abordar los impactos ambientales.

2.3.2. Integración de los aspectos de la gestión ambiental en las etapas previas a la construcción.

A. Impactos ambientales en la etapa de planificación de la construcción

En cualquier caso, el proceso de evaluación de impactos ambientales presenta directrices para la planificación de la reducción de la contaminación del proyecto, teniendo en cuenta el ciclo de vida del proyecto en general por lo que no puede

proporcionar herramientas generales de evaluación ambiental de los ejecutores en proyecto (expediente técnico) y construcción (Eom & Paek, 2009).

De acuerdo con Dione, Ruwanpura, and Hettiaratchi (2005), una vez que el diseño detallado ha terminado, el ejecutor tiene dos opciones básicas para hacer frente a los posibles riesgos ambientales para el proyecto: identificar, evaluar y mitigar los riesgos a principios de la vida del proyecto para minimizar el impacto ambiental en relación con la ejecución de los proyectos de construcción, o para asegurar que el proyecto de los riesgos ambientales conocidos y / o desconocidos. Obviamente, la primera opción puede ser vista como la alternativa más segura. En el contexto de los conflictos ambientales en la construcción. Eom and Paek (2009), sostienen que es posible sugerir un enfoque de gestión de riesgos para resolver problemas que resulta de la contaminación ambiental en las obras de construcción en su etapa de proyecto (expediente técnico) y construcción.

B. Métodos de evaluaciones ambientales en los procesos constructivos de edificaciones

De acuerdo con Chen y Li (2006), son pocos estudios sobre la integración de los aspectos de la gestión ambiental en la etapa de planificación de la construcción en particular. Por otra parte, los enfoques actuales de control y gestión del medio ambiente son altamente cualitativos (Chen y Wong, 2005).

Tam, (2004a) propuso un sistema denominado "Evaluación de la construcción verde para la construcción», que sirve como una herramienta de evaluación de las actividades de construcción en la medición del desempeño ambiental. Este método de análisis prevé la tendencia de rendimiento y proporciona una sólida

base para las comparaciones, el etiquetado ecológico y la evaluación comparativa del medio ambiente entre las empresas y obras de construcción. Shen et al. (2005) presentó un método de puntuación para medir el desempeño ambiental realizado por un ejecutor a través del cálculo puntaje de desempeño ambiental. Sin embargo, en ambos métodos de impactos de la construcción son evaluados por la presencia o ausencia de protocolos ambientales para los impactos ambientales, no se evalúan de una manera correcta.

Li et al. (2005) hacen una breve reseña de un marco de evaluación cuantitativa, desempeño ambiental aplicable a la etapa de construcción. Los autores sugieren una herramienta para identificar y evaluar los factores ambientales relacionados con la fase de construcción basado en la aplicación de la Evaluación del Ciclo de Vida tradicional en procedimientos de la unidad de construcción.

Cheung et al. (2004b) proponen un marco conceptual de un sistema de evaluación del desempeño ambiental basada en la web, llamado WePass, que proporciona una evaluación inmediata en línea de una obra de construcción que realiza al medio ambiente. En este caso, no sólo la lista de parámetros para medir y controlar el desempeño ambiental no es exhaustiva, sino que la mayoría de ellos son de carácter cualitativo, para las evaluaciones son tomadas por medio del usuario dando cuenta. Tam et al. (2006a) proponen tres indicadores de resultados clave a saber: (i) el cumplimiento regulatorio, (ii) las actividades de auditoría y, (iii) el consumo de recursos, junto con nueve sub-indicadores. Sobre la base de su importancia relativa, los autores encontraron que los cinco primeros subindicadores fueron (i) multas y sanciones, (ii) las quejas o advertencias, (iii) los registros de incumplimiento de la inspección, (iv) los informes de no conformidad y (v) los informes de casos marginales sometidos a observaciones.

Sin embargo, ambos métodos antes mencionados no pueden ser utilizados para predecir los posibles impactos ambientales antes de la etapa de construcción.

El Índice de Contaminación de construcción (IPC) método, desarrollado por Chen *et al.* (2000), ha demostrado ser un medio eficaz para evaluar cuantitativamente los niveles de contaminación y el riesgo de los procesos y proyectos de construcción. El Índice de contaminación construcción de un proyecto de construcción urbana, se mide teniendo en cuenta no sólo la duración de una operación de construcción que genera un peligro, sino también la magnitud de la amenaza (Chen *et al.*, 2000; Chen *et al.*, 2004). La magnitud de la amenaza, que es cuantitativamente predefinida por los expertos, se debe establecer, no sólo para cada operación de construcción, sino también para cada uno de los efectos medioambientales asociados. En caso de que no se dispone de datos, la magnitud de la amenaza tiene que ser decidido en base a la experiencia de los usuarios.

2.3.3. Los procesos constructivos y los impactos ambientales

El continuo aumento de la población a lo largo de la historia de la humanidad ha sido sostenido por el desarrollo de actividades productivas, cuya realidad siempre se tradujo en la explotación de los recursos del planeta, renovables y no renovables. A causa de ello las últimas décadas han encontrado al mundo en situación de preservar y proteger el medio ambiente de un inminente desequilibrio ecológico. Por otra parte, la gran demanda de recursos básicos para determinadas industrias ha llevado a la escasez de materias primas. Bajo estas problemáticas se han impulsado técnicas y tecnologías de reciclaje, que han sido el resultado de años de investigación (Suarez, 2006).

La generación de contaminantes, como residuos sólidos, líquidos, gases, etc. El proceso de construcción de cualquier edificación, son en muchos casos obviados, por la aparente no contaminación al medio – entorno que lo rodea. Perú como parte de los países que han coincidido en la necesidad de cambiar los patrones de producción y consumo, sin afectar la calidad de vida de la población y manteniendo presente la búsqueda del desarrollo sostenible del país, viene adoptando medidas tendientes a mejorar el desempeño productivo y ambiental de los diferentes sectores económicos, dentro de los cuales se encuentra el sector construcción.

A. Norma que regula los procesos constructivos de edificaciones

A la vez, considera en los patrones del ISO 14000, que la generación de cualquier tipo de contaminación representa una acción de resarcimiento de las mismas; al medio que la rodea o entorno afectado (ISO, 1992), Las normas son necesarias en la actualidad para toda actividad organizada, por esta razón en el mundo, las organizaciones las crean y las siguen con rigidez con el fin de alcanzar con éxito los objetivos de la organización. Finalmente, la más importante conferencia de Las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, por el número de países participantes, es la realizada en 1992, en Río de Janeiro, Brasil ("Cumbre para la Tierra"). El concepto central de esta conferencia fue el "Desarrollo Sustentable", es decir crecimiento económico, equidad social y preocupación por el medio ambiente. El logro de cualquier actividad se debe de realizar a la optimización de los recursos en cada etapa de producción, tales es la construcción de edificaciones y todo tipo de obras que mejoran la calidad de vida del hombre. Pero esto trae consecuencias en el deterioro del medio ambiente.

B. Tecnología en la construcción y los impactos ambientales en el mundo

La construcción se presenta al mundo como una de las actividades más antiguas del ser humano, apareciendo ésta casi paralelamente con la técnica, la cual a su vez nace desde el momento en que al hombre se le reconoce como tal. (Sanford, 1997). En tanto el hombre no se adaptó a las condiciones de su entorno, sino que por el contrario, adaptó el entorno a sus necesidades. Todavía hoy este es el rasgo característico de la construcción. Siendo característica del hombre adaptar el medio a sus propósitos, se presenta a través de la construcción una alteración significativa y a veces dramática del paisaje natural. Tornándose mucho más visible en los dos recientes siglos, dada la aparición de nuevos materiales que ampliaron los horizontes para el diseño arquitectónico y estructural, además de las técnicas constructivas. Antes de descubrirse el cemento y, consecutivo a este el concreto, la tierra y la madera eran los materiales más populares para la construcción en el mundo. La construcción de una edificación deja consecuencias en el medio ambiente y la sociedad en general alterando el entorno de forma parcial o total, temporal o definitivo, para esto la forma más recomendada para disminuir este problema es la aplicación de un sistema de "Producción Limpia", que consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente. (Shen y Li, 2010)

Uno de los cambios tecnológicos más importantes de la actualidad es limitar y utilizar la gran cantidad de residuos industriales y de construcción que son

consecuencia del desarrollo de la sociedad moderna, lo cual se ha convertido en un serio problema social, económico y ambiental (Panigatti, 2008)

El sector de la construcción mantiene una relación muy estrecha con el medio ambiente, que presenta una doble vertiente. Por una parte, la relación es positiva, ya que la industria de la construcción crea edificaciones e infraestructuras que bien contribuyen a mejorar el desarrollo social y económico de los países o bien proporcionan los medios físicos para mejorar o proteger el medio ambiente. Por otra parte, la relación es negativa ya que supone un importante consumo de recursos, muchos de los cuales son no renovables, genera una gran cantidad de residuos y es una fuente de contaminación del aire y el agua (Zeng, (2003).

Los impactos medioambientales de las actividades de construcción, que han sido estudiados de forma exhaustiva por diversos autores (Ofori, 2002), no se limitan a la actividad constructora propiamente dicha sino que tienen lugar o están influidos por todas las fases del proceso constructivo: promoción, proyecto, ejecución, uso y mantenimiento y derribo o demolición (García, 2004). Por ejemplo, en el caso de los edificios, la mayor parte de los impactos se producen durante su utilización y mantenimiento, siendo también considerables los generados durante su eventual derribo o demolición. Además, las fases de promoción y proyecto son igualmente importantes, pues éstas condicionan todos los impactos que se van a producir en las fases del proceso constructivo.

Los materiales de la construcción, es una de las actividad mas devastadoras y contaminantes, necesarias para la construcción. En su desarrollo se presentan dos graves problemas como son:

- La explotación intensiva e irracional de recursos naturales no renovables y,
- La generación de residuos de construcción y demolición, con su inadecuada disposición y casi nula gestión integral de éstos. (Bedoya, 2002) y (Salazar, 2006)

C. La construcción y el medio ambiente en el Perú

El Perú vive desde fines de la última década del siglo XX un sostenido crecimiento de la industria de la construcción, impulsado, sobre todo, por el aumento de los ingresos económicos de los hogares, las mayores inversiones públicas y privadas, ambas consecuencia directa del crecimiento económico y, asimismo, por la mejora de las condiciones de financiamiento para la adquisición de vivienda públicas. Se trata, sin duda, del duradero boom del sector inmobiliario peruano, cuyo epicentro es Lima Metropolitana y sus réplicas en menor escala en otras ciudades del interior como Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Cusco, Piura, Ica, Huancayo, Cajamarca, Huaraz, Puno entre otras.

El deterioro del medio ambiente, y particularmente los cambios en el clima, obliga al conjunto de la sociedad y a todos los sectores productivos y económicos que lo provocan a una reorientación profunda de las pautas de producción y consumo (Alcalde, 1999).

El sector de la construcción contribuye de manera importante a ese deterioro en sus distintas fases (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influye decisivamente en el rendimiento energético de la misma, gestión de la obra y de sus residuos...) y necesita dar un giro notable hacia la adopción de decisiones encaminadas hacia la sostenibilidad (Allenby, 2004).

La Producción Limpia consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente. Con base en la estrategia de Producción Limpia desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA), se ha diseñado una metodología para implementar un programa de producción limpia, en las empresas panameñas del sector construcción, con énfasis en obras de edificación PNUMA (2012).

Para la presente investigación, se considera la metodología basada en diagnósticos de campo, realizados en veinticinco (25) proyectos en construcción que se realizan en la región de Puno, cada uno en diferente etapa del proceso constructivo, con el fin de establecer los posibles impactos generados por la actividad y las medidas que podrían adoptarse, con el fin de mejorar el desempeño ambiental de las instituciones y/o empresas en cada una de las obras de edificación que éstas desarrollan.

2.3.4. La construcción sostenible

La construcción sostenible debe entenderse como el desarrollo de la construcción tradicional con una responsabilidad considerable con el medio ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno (Kibert, 1994).

Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios. (Casado, 2002)

La construcción sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción (Lanting, 2009).

2.3.5. La construcción sostenible de edificaciones en el siglo XXI

La construcción sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios (Casado, 2002)

El término de construcción sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir. (W.W.F., 2003)

La construcción sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la construcción tradicional, pero con una responsabilidad considerable con el medio ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente

en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno. (Kibert, 1994)

2.3.6. Aspectos a considerar en la construcción sostenible

La sostenibilidad tendrá en cuenta no sólo la construcción en la creación del ambiente, sino también los efectos que ésta producirá en aquellos que lo llevan a cabo y en los que vivirán en ellos. La importancia creciente en las consideraciones del "síndrome del edificio enfermo" en los edificios de oficinas y la "sensibilidad ambiental" en la construcción de viviendas, ha dado lugar a una mayor consideración de los efectos que los materiales de construcción tienen en la salud humana. (Vale & Vale, 2003)

Se tratará de construir en base a unos principios, que podríamos considerarlos ecológicos que son propuestos por (Lanting, 2009) y se enumeran a continuación:

1. Conservación de recursos.
2. Reutilización de recursos.
3. Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción.
4. Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
5. Reducción en la utilización de la energía.

6. Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
7. Protección del medio ambiente.
8. Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios.

Los recursos disponibles para llevar a cabo los objetivos de la construcción sostenible son los siguientes:

- Energía, que implicará una eficiencia energética y un control en el crecimiento de la movilidad.
- Terreno y biodiversidad. La correcta utilización del terreno requerirá la integración de una política ambiental y una planificación estricta del terreno utilizado. La construcción ocasiona un impacto directo en la biodiversidad a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas.
- Recursos minerales, que implicará un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.

La definición de construcción sostenible lleva asociada tres verbos: *reducir*, *conservar* y *mantener*. La combinación de los principios ecológicos y de los recursos disponibles nos proporciona una serie de consideraciones a tener en cuenta.

2.3.7. Sostenibilidad de los procesos constructivos.

La sostenibilidad ambiental en la extracción y manufactura de materiales está relacionada con la adopción, en los procesos de producción, de los correctivos necesarios para mitigar el manejo del impacto sobre los recursos naturales renovables y no renovables.

Toda obra de arquitectura o urbanismo responde a un propósito determinado. Para que ésta sea sostenible, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

- La escogencia adecuada de los materiales que garanticen un debido aislamiento acústico y térmico, que le permita a los habitantes de la vivienda establecer relaciones armónicas con los demás y al interior de sus propios espacios, en pro de la sostenibilidad humana y social.
- La selección de los materiales y el sistema constructivo deben responder a la identidad cultural de la región donde se desarrolla la obra.
- Los costos de mantenimiento de la edificación, que se derivan directamente de la escogencia de los materiales y el sistema constructivo, deben tender a una arquitectura sostenible y que guarda concordancia con las condiciones económicas de los habitantes. Las edificaciones deben estar adaptadas al clima y a la geografía.
- Deben emplear en su construcción recursos renovables, de preferencia producidos en la región.
- Durante la vida de la edificación, se debe optimizar el uso de materiales, agua y energía (Ding, 2008)

2.3.8. Producción limpia (PL)

Alavedra, Domínguez, Gonzalo, and Serra (1997), sostienen que la generación de productos de una manera sostenible, a partir de la utilización de materias primas renovables, no peligrosas y de una manera energéticamente eficiente, conservando a la vez la biodiversidad. Es la aplicación continua de una estrategia

integrada de prevención ambiental a los procesos y a los productos, con el fin de reducir los riesgos a los seres humanos y al medio ambiente.

El objetivo de la producción limpia es minimizar emisiones y/o descargas hacia el medio ambiente, reduciendo riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad de las empresas (Arroyave Rojas & Garcés Giraldo, 2012).

Para los procesos de producción, la producción limpia resulta de una o de la combinación de las siguientes medidas: conservación de materias primas, agua o energía; eliminación de materias primas tóxicas o peligrosas; la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos en su origen. Para los productos, implica reducir los impactos al ambiente, a la salud y la seguridad del producto durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas, durante la manufactura y uso, hasta su disposición final (Arroyave Rojas & Garcés Giraldo, 2012).

En los últimos años ha existido en Chile y otros países de la región y en el mundo una creciente preocupación por el medio ambiente, debido a lo cual se ha firmado una serie de convenios y acuerdos internacionales para proteger los recursos naturales y disminuir la contaminación. En el ámbito nacional también se ha avanzado considerablemente en el tema, implementando diversas herramientas de gestión ambiental para responder a las expectativas nacionales e internacionales de producción y cuidado del medio ambiente. Una herramienta de gestión ambiental promovida y aplicada en el país a través del gobierno de Chile la producción limpia, la que ha sido impulsada a través de la política de fomento a la producción limpia 2001-2005, como un componente básico de la política de desarrollo productivo del país. La producción limpia da un enfoque

integral preventivo a la contaminación, basándose en la unión de fuerzas por parte de organismos públicos, especialmente fiscalizadores y reguladores, y agentes privados. Esta herramienta está orientada a solucionar los problemas de las empresas respecto de la contaminación, como también de las condiciones sanitarias y de seguridad de los trabajadores. El proceso para llegar a producir en forma limpia abarca un conjunto de condiciones ambientales dentro de la empresa, que incluyen la tecnología, los procesos, la organización del trabajo, la disminución de residuos y la capacitación. Esta estrategia es uno de los factores clave para lograr el tipo de calidad, eficiencia y competitividad que hoy los mercados globalizados, y cada vez más el propio mercado nacional, exigen. Es por esta razón que la Producción Limpia es considerada un elemento clave para la competitividad. (Kibert, 1994)

Los acuerdos de producción limpia (APL) consisten en acuerdos entre entidades públicas y privadas, siendo el sector público el que tiene la potestad para regular. El principal objetivo de estos acuerdos es resolver los problemas de contaminación y seguridad del personal de las empresas y al mismo tiempo aumentar la competitividad, estableciendo para ello prioridades en la gestión productiva. (Cáceres & Johanna, 1996)

Debido a que esta mirada no ha sido del todo eficaz para resolver el problema de la contaminación, se ha desarrollado lo que se denomina “enfoque integral preventivo”, el que consiste en introducir el concepto de incentivos a las empresas para cumplir con las regulaciones y eliminar la contaminación desde el origen, lo que permite a las industrias mejorar su eficiencia productiva, su gestión ambiental y evitar riesgos laborales.

Este enfoque preventivo incluye opciones para:

- mejorar el diseño de productos
- mejorar la gestión y las prácticas de operación
- mejorar la mantención y la limpieza
- sustituir materiales tóxicos y peligrosos
- modificar los procesos
- rehusar internamente los desechos,

Lo que mejora la planificación y selección de: nuevos procesos tecnológicos, que incrementan la eficiencia y disminuyen las necesidades de: tecnologías de control al final de la línea o "*end of pipe*" Esto no significa que las tecnologías de control al final de la línea no se requieran, pero sí, bajo este concepto de producción limpia, son reducidas al mínimo y, en algunos casos, pueden ser eliminadas por completo.

Las opciones de producción limpia, además de ser eficientes desde el punto de vista ambiental, normalmente son de menor costo y/o tienen reducidos períodos de pago de la inversión. Por tal motivo son denominadas opciones costo-eficientes. En una jerarquía de las opciones de gestión ambiental que parten desde aquellas más económicas y simples técnicamente, hasta las más costosas y complejas, las opciones de PL son aquellas que se ubican precisamente en el tramo superior, como lo muestra el cuadro a continuación (Casado, 2002)

2.3.9. El por qué producción limpia

Cada vez son más los sectores que abordan en forma distinta los problemas ambientales. Anteriormente cualquier regulación era vista como un obstáculo,

pero hoy la falta de estas, es considerada como un problema e incluso a las empresas exportadoras les preocupa que las puedan acusar de dumping. Esto ha significado para las industrias un espacio en la consolidación de sistemas de certificación y autocontrol. Ortiz y Castells, (2009) En los últimos años, y partiendo de la experiencia europea, ha entrado con mucha fuerza a la discusión un tercer tipo de instrumentos, los denominados “acuerdos voluntarios”, que operan como mecanismos de apoyo a la implementación de políticas ambientales. Éstos incluyen a la industria no sólo como parte del problema, sino también como parte de la solución, asumiendo que el desarrollo sustentable necesita “acción más que reacción” por parte de los sectores productivos y que la gradualidad y responsabilidad en la implementación de las regulaciones son más efectivas en la medida que éstas se basan en iniciativas. El gran aporte de estos acuerdos es que suponen un cambio de cultura en los actores comprometidos, generando confianzas mutuas y por tanto capacidades de influir en ambos sentidos (Albert & Albert, 2007)

2.3.10. Producción limpia en la construcción

Como toda actividad la construcción deja consecuencias para el medio ambiente y la sociedad en general, para esto la forma más recomendada para disminuir este problema es la aplicación de un sistema de producción limpia adecuado para cada sector en la construcción (50 por ciento de escombros de la construcción bajo control en la región metropolitana)

Hay casos donde con gran éxito se aplican sistemas similares, donde la inversión es recuperada rápidamente, un ejemplo de esto es la disminución de escombros en la región metropolitana en un 50%, donde aparte de llevar un beneficio a las personas, ya que se disminuyen el polvo en suspensión, material particulado

entre otros, se obtienen beneficios económicos asociados a esta reducción, los cuales son el gasto en remoción de los mismos. (Chen y Okudan, 2010)

Esto fue producto de un acuerdo firmado en la región metropolitana por 51 empresas del rubro de la construcción asociadas a la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC) desarrollaron durante dos años un programa de prevención de la contaminación establecido en un acuerdo de producción limpia, suscrito con el Ministerio de Economía, SESMA, CONAMA, CORFO, Banco estado y la intendencia Metropolitana (Ortiz *et al.*, 2009)

El acuerdo suscrito en enero de 2000, fue concluido satisfactoriamente con un 90 por ciento de cumplimiento de las metas y acciones asumidos en forma voluntaria por las empresas, los que incluyeron aspectos en materia de emisiones atmosféricas, residuos, solidos, ruidos (Bourdeau, 1996)

2.3.11. Ventajas y desventajas de la producción limpia

La filosofía de la producción limpia empezó a mediados de los ochenta y hoy en día forma parte de la política medioambiental de la mayoría de los países desarrollados, y cada vez más de algunos países en desarrollo. Es una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones tóxicas y de residuos, reduciendo así los riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad. Ello resulta de cinco (5) acciones, sean éstas combinadas o no, consistentes en la minimización y consumo eficiente de insumos, agua y energía, minimización del uso de insumos tóxicos; minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo, el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta

y si no, fuera de ella; y reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida (desde la planta hasta su disposición para el consumo final) (Alnaser, Flanagan, & Alnaser, 2008)

2.3.12. Impactos y beneficios que genera la producción limpia

Sin duda alguna, se evidencia un cambio en el pensamiento del ser humano que repercute en su entorno, este cambio se encuentra asociado al fomento de una cultura de la prevención, la cual no formo parte de la cultura del hombre; cuando hace decenios empezó la protección medioambiental, en ese entonces sólo se contemplaban métodos de control a menudo llamados dispositivos de última etapa para solucionar problemas de aguas contaminadas, atmósfera tóxica, y las demás consecuencias del desarrollo industrial y de la actividad humana. La producción limpia está asociada a la eficacia, que siempre ha sido un objetivo bandera de las empresas, pero su consecución ha carecido a menudo de consideraciones ecológicas por la carencia de evaluaciones en el desarrollo de las obras (Alnaser *et al.*, 2008).

2.3.13. Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)

Las normas ISO 14000 son de carácter internacional y se refieren a la gestión ambiental de las organizaciones. Su objetivo básico consiste en promover la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, minimizando los efectos dañinos que puedan causar las actividades de las empresas. Los estándares que promueven las normas ISO-14000 están diseñados para proveer un modelo eficaz de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), facilitar el desarrollo comercial y económico mediante el establecimiento

de un lenguaje común en lo que se refiere al medio ambiente y promover planes de gestión ambiental estratégicos en la industria y el gobierno.

Un SGA es un sistema de gestión que identifica políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener un gerenciamiento ambiental efectivo, lo que conlleva a evaluaciones rutinarias de impactos ambientales (ISO, 1992)

2.3.14. El enfoque basado en procesos (ISO – 14000).

Los modelos (familia ISO 9000 e ISO 14000) promueven la adopción de un enfoque basado en procesos en el sistema de gestión como principio básico para la obtención de manera eficiente de los resultados esperados.

Para establecer el enfoque de procesos es necesario cambiar la estructura funcional (ver figura 1) con la que actualmente trabajan la mayoría de las empresas, en la cual la organización está dividida en departamentos y cada uno de ellos realiza una determinada función. Esto provoca que cada área desarrolle una visión parcial de la empresa basada en su especialidad funcional, lo que genera una cultura de silos donde las metas de los departamentos muchas veces no coinciden con las metas globales de la empresa.

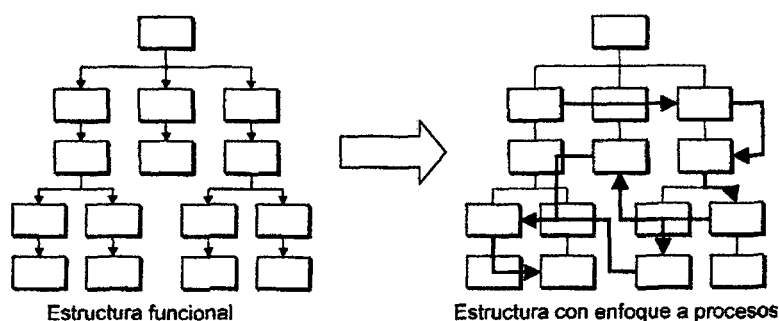


Figura 1. Estructura Funcional de la empresa vs Estructura con enfoque a procesos

2.4. ENFOQUE BASADO EN ONTOLOGÍA PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL MEDIO AMBIENTE RESPECTO A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE EN UN PROCESO CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES

2.4.1. Control operacional

Con relación al control operacional (Figura 2), ambas normas, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 están focalizadas en la prevención de riesgos y establecen explícitamente que es esencial identificar procesos y actividades que pudieran tener un impacto ambiental significativo, y que son relevantes para las políticas, objetivos y metas de una organización. Ambos estándares también indican que una organización debe planificar sus actividades, incluyendo mantenimiento, para asegurar que éstas son desarrolladas bajo condiciones específicas, (1) estableciendo y manteniendo procedimientos documentados cuando su ausencia pudiera llevar a desviaciones de la política, objetivos y metas, y (2) estipulando un criterio de operación de los procedimientos, entre otros factores.

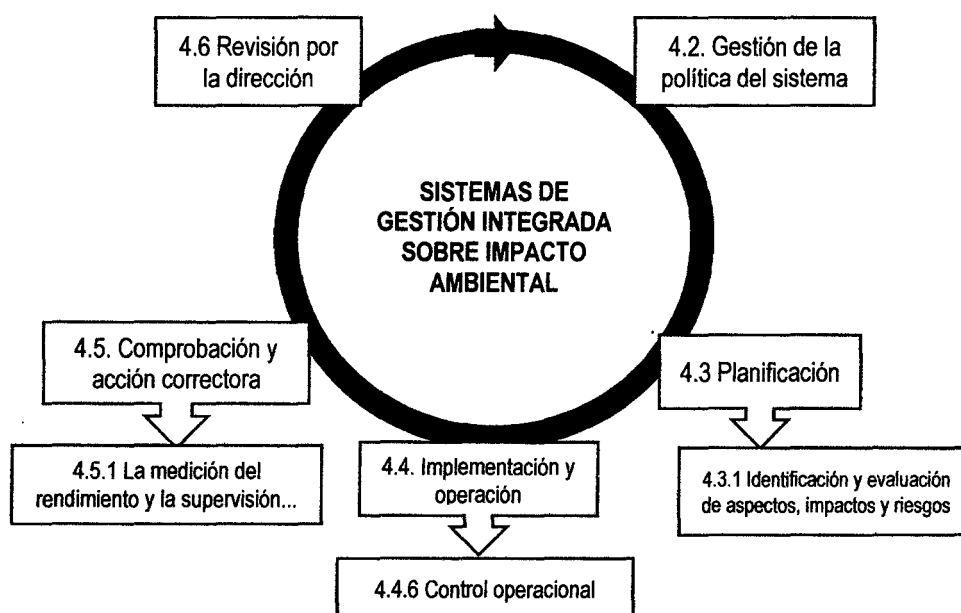


Figura 2. Sistema de gestión integrada de impactos ambientales.
Fuente: adaptado de OHSAS 18001:2007 e ISO 90001:2008

Si consideramos que los impactos ambientales son características centrales dentro del dominio del control operacional, los procesos constructivos constituyen el vínculo con sus orígenes, mientras que las instrucciones del trabajo representan el vínculo con la acción. Por lo tanto, tres conceptos clave (impactos ambientales, procesos constructivos e instrucciones del trabajo) y sus correspondientes relaciones configuran las bases para un control operacional en obra integrado y eficiente.

A partir de los resultados descritos por Gangolells et al. (2009) y Gangolells et al. (2010), se concluye que los riesgos de los procesos constructivos son aplicables al dominio medioambiental. De la misma forma, los documentos que describen el proceso del trabajo para cada operación de construcción (procedimientos documentados – expediente técnico) también son aplicados al ambiental. Por lo tanto, los procedimientos documentados también pueden ser gestionados de forma integrada. Una reducción en la duplicidad de procedimientos mediante la combinación de dos sistemas, podría reducir significativamente el tamaño total del sistema de gestión resultante, y lo que es más importante aún, podría mejorar su eficiencia y efectividad.

En este contexto, el desarrollo de un enfoque basado en ontología se ha considerado adecuado, puesto que las ontologías tradicionalmente han ayudado a representar de forma efectiva los conceptos clave y sus relaciones en determinadas áreas temáticas. Por lo tanto, teniendo en cuenta la aplicación exitosa de las ontologías en otros campos, la siguiente sub-sección desarrolla un enfoque basado en ontología para obtener un mejor entendimiento del control operacional de los impactos ambientales en obra.

2.4.2. Desarrollo de enfoque basado en ontología de un sistema para la gestión integrada del medio ambiente en proceso constructivo

No existe una definición universal para el término ontología, pero frecuentemente se cita la proporcionada por Gruber (1993), que definió ontología como "una especificación explícita de una conceptualización". De acuerdo con Tserng et al. (2009), la ontología puede entenderse como una especificación formal explícita de los conceptos en un determinado ámbito y las relaciones entre ellas. Las ontologías se han considerado útiles porque proporcionan una estructura al conocimiento sobre una determinada área y lo hacen explícito Darlington and Culley (2008). Por lo tanto, las ontologías se convierten en una base para la resolución de problemas, la comunicación efectiva, y la gestión y la difusión del conocimiento. Los expertos insisten a menudo que no hay una única forma correcta de modelar un campo. Noy and McGuinness (2001).

2.4.3. Introducción

Muchas organizaciones han adoptado, o están en proceso de adoptar, sistemas formales de gestión basados en estándares tales como ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001. No obstante estos sistemas han sido ampliamente criticados por ser burocráticos, arduos, basados en la teoría, y cuyo valor es cuestionable para la gestión de la construcción (Griffith, 2000). Además la investigación ha demostrado que la implementación y operación de los estándares en paralelo, requieren de la ejecución de muchas tareas en forma repetida (Zeng, 2007). La dificultad de operar en paralelo y de forma simultánea más de un sistema de gestión (Zeng, 2003) y el aumento de la compatibilidad entre los diferentes estándares (Jørgensen et al., 2006) condujeron a la idea de la integración de

operar en paralelo y de forma simultánea más de un sistema de gestión realizada para determinar los obstáculos más comunes encontrados por las organizaciones. Durante la implementación de un sistema de gestión integrado, destacan la falta de orientación técnica Zeng, (2007), Tam, (2006) Y (Zeng et al., 2005; Zutshi and Sohal (2005); Salomone (2008); Tam et al., 2008). De acuerdo con estudios empíricos descritos por diversos autores, un ámbito que conlleva un alto nivel de incertidumbre, durante la adopción de un sistema de gestión integrada, es la integración de elementos que corresponden a la identificación, evaluación y control de impactos ambientales. (Salomone, 2008; Pheng and Shiu (2000); Seiffert (2008). Gangoellis et al. (2009), Gangoellis et al. (2010) y Gangoellis et al. (2011) presentaron una metodología que permite una identificación y una evaluación integrada de impactos ambientales en proyectos de obra nueva de construcción.

El objetivo de este capítulo es desarrollar un enfoque para conceptualizar, organizar y formalizar el conocimiento relacionado con el campo de la gestión integrada de impactos ambientales en procesos constructivos, desarrollando un enfoque basado en la ontología. A través del enfoque basado en la ontología es posible identificar conceptos clave del campo y definir sus relaciones de forma consistente, compatible y comprensible. Primero presentamos una introducción sobre el control operacional de acuerdo con la norma ISO 14001:2004. Después de proporcionar una breve introducción a las ontologías, se describe un enfoque basado en ontología para la gestión integrada de impactos ambientales en obra. También se describe el proceso de validación del enfoque basado en ontología.

2.4.4. Metodología

Esta investigación adopta la metodología proporcionada por Noy (2001), puesto que ha sido considerada como la metodología más clara y accesible por los especialistas del dominio, que tienen poco o ningún conocimiento anterior sobre ontologías (Darlington y Culley, 2008). La Figura 3 ilustra los principales pasos de esta metodología:

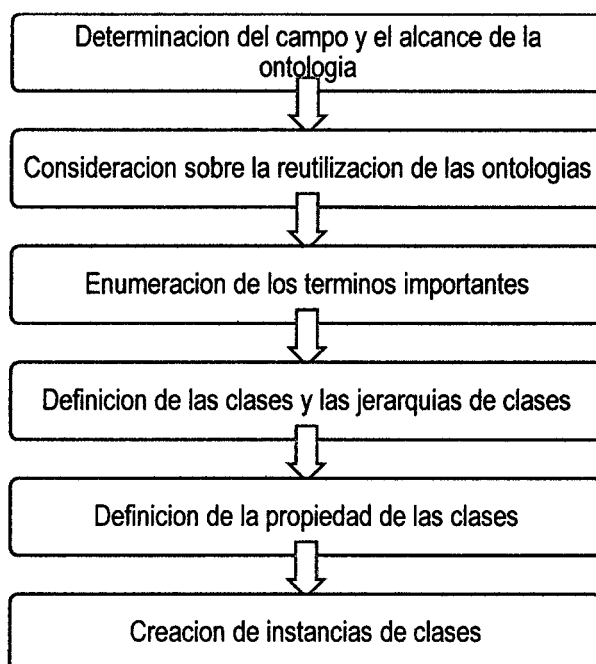


Figura 3. Metodología para el desarrollo de ontología.

Fuente: parcialmente adaptada de Noy (2001)

2.4.5. Determinación del campo y del alcance de la ontología

De acuerdo con Noy (2001), responder las siguientes interrogantes puede ayudar a obtener el dominio de la ontología.

- ¿Qué dominio de interés cubrirá la ontología?

El dominio de interés se compone de los conceptos relacionados con el control operacional integrado de los impactos ambientales y de los riesgos de seguridad y salud en obra, dentro del marco de las normas ISO 14001:2004 and OHSAS 18001:2007.

- ¿Para qué se empleará la ontología?

El propósito del enfoque basado en ontología es proveer un contexto de conocimiento que pueda ayudar a plantear y a responder todas las preguntas apropiadas, para establecer un marco bien definido para el control integrado de los impactos ambientales y de los riesgos de seguridad y salud en obra.

- ¿Quién empleará la ontología?

El enfoque basado en ontología puede ser empleado como una herramienta de guía para que los ejecutores de obras gestionen de forma efectiva aquellos impactos ambientales en obra, subrayados por la metodología desarrollada por Gangolells et al (2009), Gangolells et al (2010) y Gangolells et al (2011), durante el proceso de construcción. Por lo tanto, después de su implementación en un sistema la ontología web, del medio ambiente durante los trabajos de construcción.

Según Noy (2001), una de las formas de determinar el alcance de la ontología es enumerar una lista de preguntas que debería poder responder. El enfoque basado en ontología para un sistema de gestión integrada de impactos ambientales en obra debería proporcionar información sobre las siguientes preguntas de competencia:

- ¿Cuáles son los impactos ambientales típicamente relacionados con la construcción de un edificio?
- ¿Qué procesos constructivos pueden causar un determinado impacto ambiental?
- ¿Qué impactos ambientales y riesgos de salud y seguridad están relacionados con un proceso constructivo en particular?
- ¿Un riesgo particular aplica simultáneamente el dominio ambiental?
- ¿Qué instrucciones de trabajo deberían implementarse en obra durante las actividades constructivas, para disminuir la significancia de un impacto ambiental en un proyecto de construcción determinado?

2.4.6. Consideración sobre la reutilización de ontologías existentes

Se tuvo acceso a diversas informaciones sobre ontologías, ya que uno de los factores que conducen al desarrollo de las ontologías es la idea de la reutilización y la difusión del conocimiento (Darlington y Culley, 2008). Ni la biblioteca de Ontolingua (KSL, 2010) ni la de DAML (DAML, 2010) contenían ontologías reutilizables para el dominio de los impactos ambientales en obra. También se revisan numerosos proyectos de investigación dentro del campo de la construcción, tales como el proyecto e-CONSTRUCT (Electronic Communication in the Building and Construction Industry: Preparing for the New Internet; IST-1999-10303) y el proyecto e-COGNOS (Consistent knowledGe maNagement across projects and between enterpriSes in the construction domain; IST-200-28671), pero no contenían ontologías útiles para el propósito anteriormente mencionado. También se revisó la literatura científica existente y encontramos que las ontologías han sido mayoritariamente aplicadas para respaldar los

sistemas de gestión de la información y el conocimiento dentro de la industria de la construcción (Anumba et al. 2008b), tales como los enfoques proporcionados por Anumba et al. (2002), El-Diraby et al. (2005), Issa y Mutis (2006), Anumba et al. (2008a), Yurchyshyna y Zarli (2009) y El-Gohary y El-Diraby (2010). En otros casos, la ontología no estaba dedicada al modelado de conceptos y a las interrelaciones de un sub-dominio en particular, sino que respaldaban otras aplicaciones como los enfoques proporcionados por Staub-French, Fischer, Kunz, and Paulson (2003) y Edum-Fotwe and Price (2009).

En otros artículos, las ontologías respaldan la toma de decisiones durante el proceso de diseño, tales como A. C. B. Garcia, Kunz, Ekstrom, and Kiviniemi (2004), Pandit and Zhu (2007), Ugwu, Anumba, and Thorpe (2005). Puesto que el presente estudio está centrado en el dominio de la gestión ambiental en la obra, ninguna de las ontologías existentes fue considerada útil. Darlington y Culley (2008) plantean que la cantidad de ontologías existentes y disponibles, formalmente documentadas, es mínima en comparación con los dominios potencialmente disponibles para su formalización (la totalidad del mundo conceptual). En consecuencia, cuando buscamos una ontología adecuada, podemos no encontrar la que se relaciona con la presente área de formalización (Darlington y Culley, 2008).

2.4.7. Enumeración de los términos importantes

Este paso consiste en dos tareas: (1) identificación de los conceptos clave y las relaciones en el dominio de interés y (2) producción de definiciones textuales inequívocas para tales relaciones (Darlington y Culley, 2008). Tal y como se indica en la sección 2 y de acuerdo con las especificaciones de las normas ISO

14001:2004 y OHSAS 18001:2007, bajo la sub-sección de control operacional, los impactos ambientales, los riesgos de seguridad y salud, los procesos constructivos y las instrucciones de trabajo son identificados como conceptos cruciales para el control operacional integrado:

- Impactos ambientales: según la norma ISO 14001:2004, los impactos ambientales se definen como cualquier cambio adverso o favorable al medioambiente que total o parcialmente resulte de una actividad, producto o servicio realizado por una organización.
- Procesos constructivos: según el Project Management Institute (2009), un proceso se define como un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se desarrollan para alcanzar un determinado conjunto de productos, resultados o servicios. Por lo tanto, los procesos constructivos pueden definirse en esta investigación como el conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se desarrollan para alcanzar una entidad constructiva, en este caso, una edificación residencial.
- Instrucciones de trabajo: según las normas ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007, un procedimiento se define como la forma específica de llevar a cabo una actividad o proceso. Los procedimientos contienen procesos básicos para desarrollar una función a nivel operacional y, por lo tanto, a menudo están respaldados por instrucciones de trabajo detalladas que contienen los procesos exactos para desarrollar la función.

2.4.8. Definición de las clases y de la jerarquía de clases

De acuerdo con Noy (2001), las clases describen los conceptos que existen de forma independiente dentro del dominio. Por lo tanto, la mayoría de las clases

en un enfoque basado en ontología para la gestión integrada de los impactos ambientales y de los riesgos de seguridad y salud en obra, corresponden a los conceptos clave identificados en el paso anterior.

Los investigadores anteriores han argumentado que siempre es útil considerar la reutilización de los vocabularios controlados existentes (ontologías, taxonomías o diccionarios). Por esta razón, desarrollamos una exhaustiva búsqueda entre los numerosos vocabularios controlados en el campo de la construcción (Lima, Zarli, & Storer, 2007), incluyendo ISO 12006-2:2001, Industry Foundation Class (IFC), Lexicon (STABU, Holanda), BARBi-Building and construction reference data library (Norwegian Building Research Institute), bcBuildingDefinitions taxonomy (Proyecto e-CONSTRUCT), terminología ICONDA (Franhofer IRB), BS6100 y UNICLASS (Estándares Británicos), ontología e-COGNOS (Proyecto e-COGNOS), y el Standard Dictionary for Construction (Gencod EAN, Francia). Otras iniciativas incluyen las Industry Foundation Classes (the International Alliance of Interoperability), el Canadian Thesaurus of Construction Science and Technology (National Research Council, Canada), the Construction Management Standards of Practice (the Construction Management Association of America), la Taxonomía MACE (Metadata for Architectural Contents in Europe), y el Diccionario de contenidos sobre trabajos subterráneos (La Ciudad Multidimensional). Desafortunadamente la principal desventaja de todas estas fuentes semánticas es que no incluyen terminología sobre gestión ambiental en la obra, o que no son lo suficientemente concisas. Sin embargo, otros vocabularios controlados en el dominio medioambiental no se encuentran suficientemente focalizados en el sector de la construcción. En algunos casos específicos los vocabularios controlados se relacionan con la

seguridad en la construcción, pero no son lo suficientemente amplios como para cubrir los riesgos de seguridad y salud relacionados con los procesos constructivos y las instrucciones de trabajo sobre seguridad en obra. De la misma forma, algunas fuentes semánticas focalizan en la construcción sostenible, pero no cubren los impactos ambientales de los procesos constructivos y las instrucciones medioambientales de trabajo en obra.

Debido a que se encontró fuentes semánticas existentes y adecuadas al objetivo principal del enfoque basado en ontología para gestión integrada del medio ambiente y de la seguridad y la salud en obra, definimos las clases y la jerarquía de clases para las clases principales: procesos constructivos, impactos medioambientales, riesgos de seguridad y salud e instrucciones del trabajo. Cada clase principal posee subclases e incluso sub-subclases. La sub-clase de una clase representa un concepto que es "un tipo" del concepto que representa la súper clase. En consecuencia, para asegurar la correcta definición de las sub-clases y sub-subclases, todas las sub-clases fueron chequeadas con el objetivo de asegurar que tuvieran una relación "es una" con sus clases.

a) Procesos Constructivos

ISO 12006-2:2001 establece que determinados sistemas de clasificación que cumplen con los requerimientos regionales o nacionales pueden ser desarrollados, de acuerdo a un enfoque internacional común. Por lo tanto, esta investigación adoptó como procesos constructivos las secciones de trabajo provistas por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC), dentro de la base de datos Meta Base (ITeC, 2006). Dos razones apoyan principalmente para esta decisión. En primer lugar, los impactos ambientales y

los riesgos de seguridad relacionados con el proceso constructivo fueron obtenidos mediante un enfoque orientado al proceso (Gangoellis et al., 2009; Gangoellis et al., 2010). En ambos casos, las actividades de construcción consideradas fueron las secciones de trabajo provistas por el ITeC dentro de la base de datos Meta Base (ITeC, 2006). En segundo lugar, la base de datos Meta Base (ITeC, 2006), que incluye los precios de referencia para las secciones de trabajo, es la fuente de información más empleada por las entidades tanto oficiales como privadas (proyectistas y contratistas) en Cataluña desde 1985.

La Figura 4, ilustra parte de las 286 clases, sub-clases y sub-subclases relacionadas con la principal clase "Procesos Constructivos".

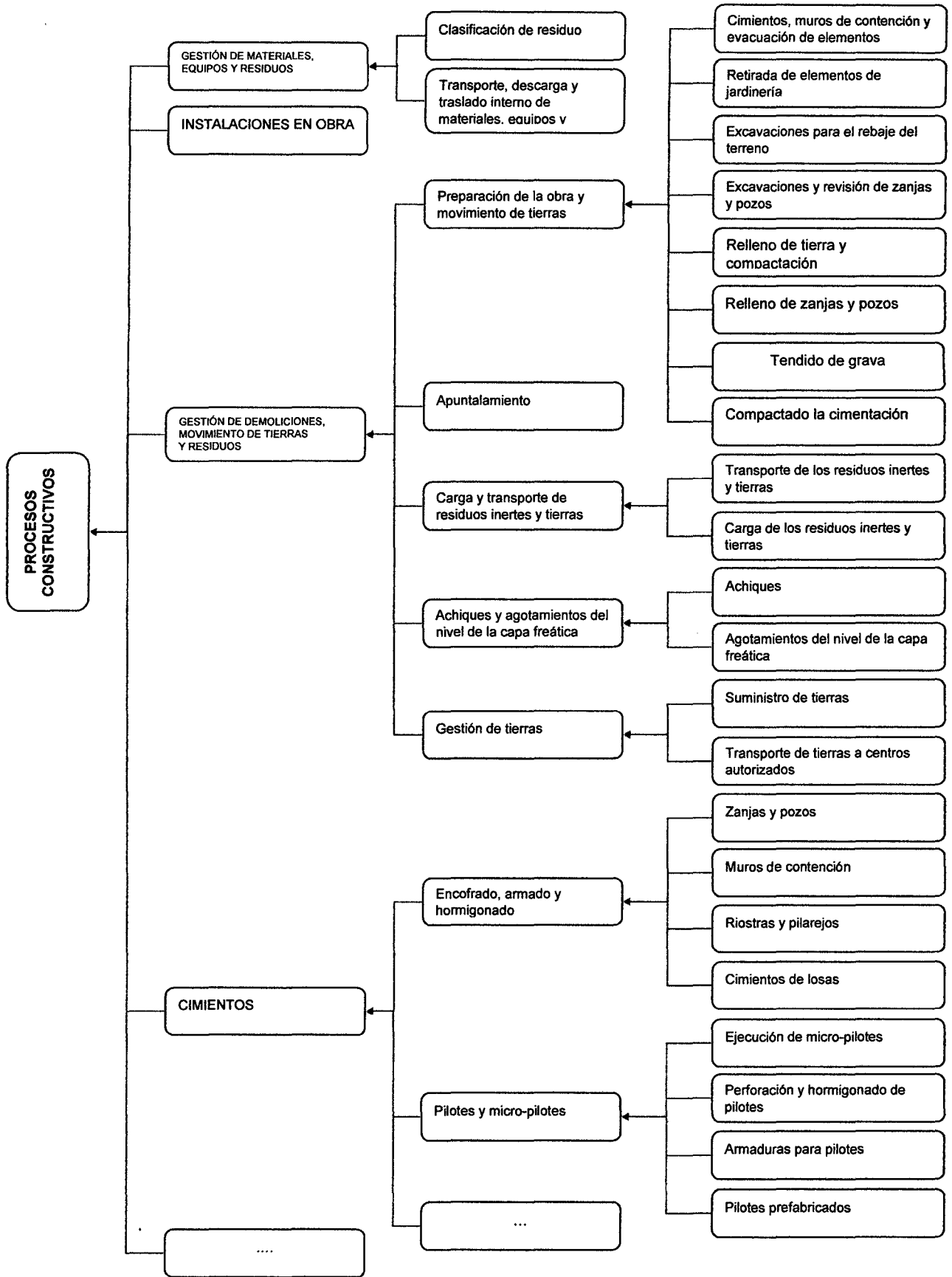


Figura 4. Clases y jerarquía de clases para 'Procesos Constructivos'. Fuente: parcialmente adaptado de ITeC (2006)

a) Impactos Ambientales

En este caso, las clases y las jerarquías de clases fueron identificadas mediante un enfoque orientado al proceso, empleando los procesos constructivos incluidos en la base de datos Meta Base (ITeC, 2006) y los aspectos ambientales genéricos suministrados por el Eco-Management and Audit Scheme (EMAS). Por lo tanto se empleó un enfoque top-down, puesto que los impactos ambientales de los procesos constructivos fueron obtenidos de impactos ambientales genéricos y estandarizados. Este enfoque que es descrito por Gangoells et al. (2009), mostró que podíamos obtener las clases y la jerarquía de clases dentro de la clase principal "Impactos Ambientales" (Figura 5). En este caso 46 clases, subclases y sub-subclases fueron consideradas dentro de la clase principal "Impactos Ambientales".

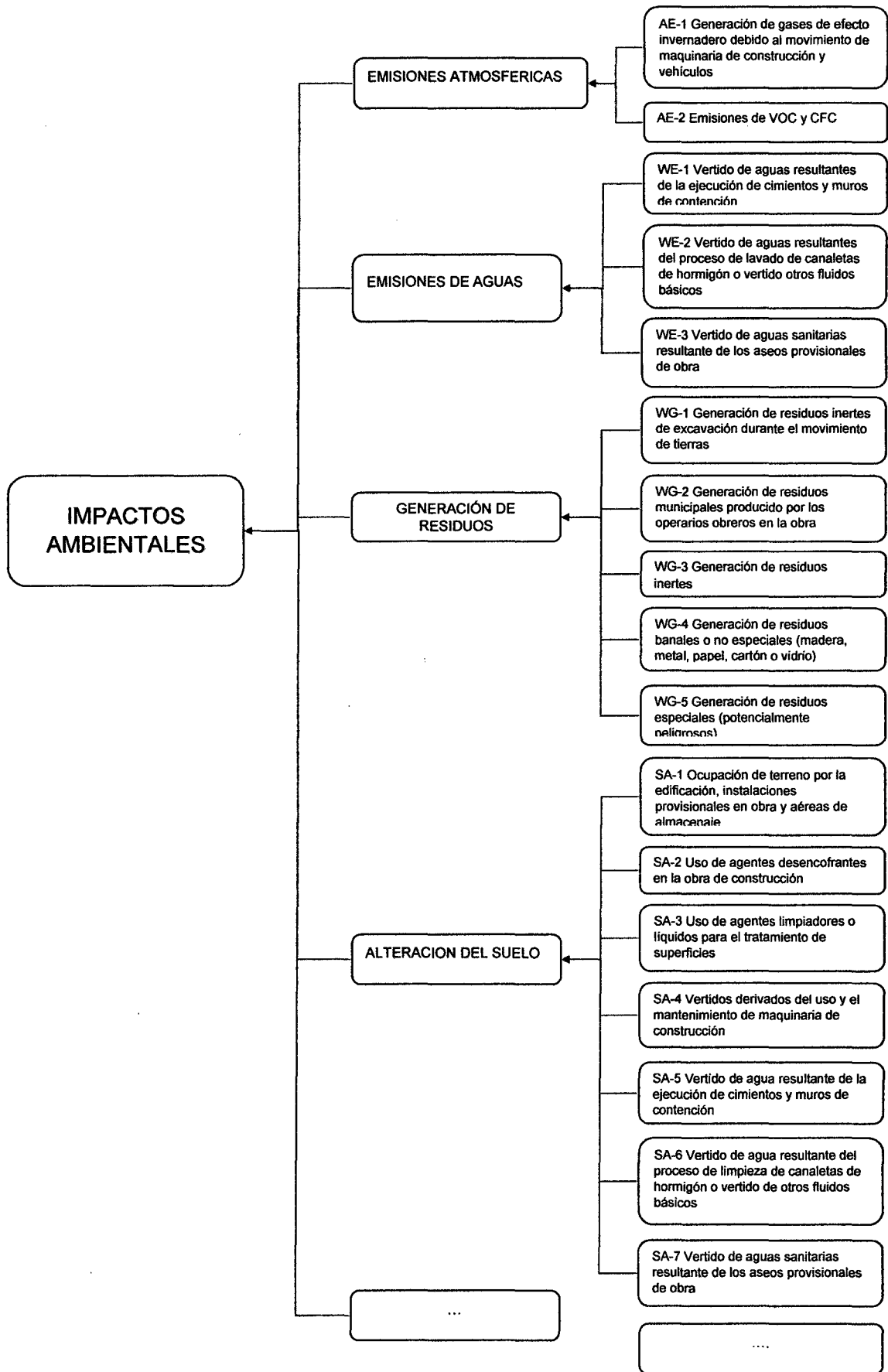


Figura 5. Clases y jerarquía de clases para "Impactos Ambientales" Fuente: parcialmente adaptado de Gangolells *et al.* (2009).

2.4.9. Definición de las propiedades de las clases

Según Noy y McGuinness (2001), las clases por sí mismas, no proveen información suficiente para responder a las preguntas de competencia formuladas en el primer paso. Una vez definidas las clases debe describirse la estructura de los conceptos. Por lo tanto, este paso se centró en generar un conjunto de relaciones (o propiedades) que mostrara una representación estructural de las clases identificadas. Una propiedad está unida a la clase más general que puede tener esa propiedad. Todas las sub-clases de una clase heredan la propiedad de esa clase. La Figura 6 ilustra la estructura conceptual que define las interacciones dentro de varios conceptos en el dominio del problema:

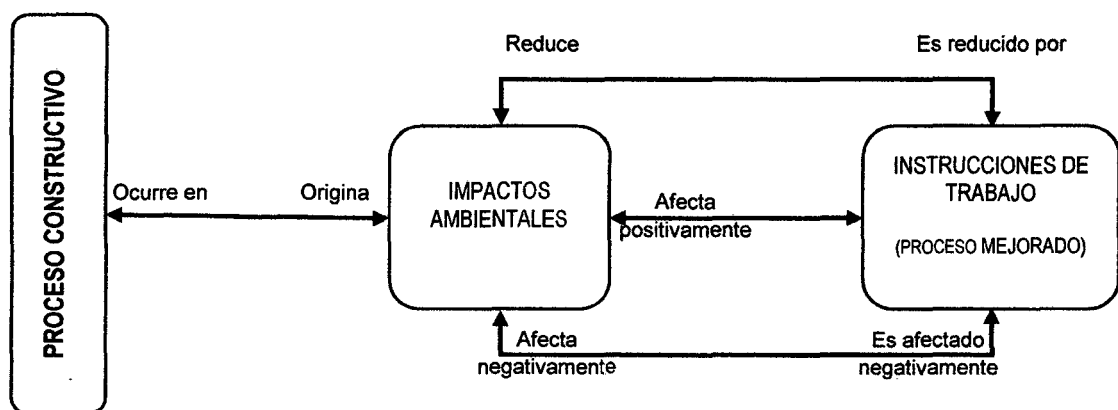


Figura 6. Estructura conceptual que muestra las relaciones entre las principales clases del enfoque basado en ontología, para la gestión integrada del medio ambiente y de la seguridad y la salud en obra.

Fuente: elaboración propia.

Luego, se han definido las siguientes propiedades:

- La relación "ocurre en" vincula los "Impactos Ambientales" con los correspondientes "Procesos Constructivos". Cada impacto ambiental ocurre

durante uno o más procesos constructivos. La relación "origina" es la relación inversa a "ocurre en".

- La relación "afecta positivamente" vincula los "Impactos Ambientales". Aunque no ha sido implementada con este propósito, una instrucción de trabajo puede afectar positivamente uno o más impactos ambientales. La relación "es afectada positivamente" es la inversa de "afecta positivamente"
- La relación "afecta negativamente" vincula las "Instrucciones de Trabajo" con los correspondientes "Impactos Ambientales". Aunque no ha sido implementada con este propósito, una instrucción de trabajo puede afectar uno o más impactos ambientales de forma negativa.

La relación "ocurre en" que vincula los "Impactos Ambientales" con los correspondientes "Procesos Constructivos" y su relación inversa "origina", que fueron obtenidas por medio de un enfoque orientado al proceso (Gangoells *et al.*, 2009; Gangoells *et al.*, 2010). Las otras relaciones que vinculan las "Instrucciones de Trabajo" con los correspondientes "Impactos Ambientales" fueron específicamente derivadas teniendo en cuenta el propósito del enfoque basado en ontología para un sistema de gestión integrada del medio ambiente y de la seguridad y la salud en obra, con la ayuda de un panel de expertos. Finalmente, más de 6100 relaciones se incluyeron dentro del enfoque basado en ontología para un sistema de gestión integrada del medio ambiente en obra, respecto a una producción limpia y sostenible.

2.4.10. Creación de las instancias de las clases

Según Noy (2001), el último paso es crear las instancias individuales de las clases de la jerarquía. Para definir la instancia individual de una clase, se debe escoger una clase, crear una instancia individual de aquella clase y llenarla con los valores de las propiedades específicas. En este caso, para el propósito de este estudio la creación de instancias no fue necesaria. Las instancias sólo debieran crearse en el caso de que una institución dedicada a la construcción en particular, que emplea un enfoque basado en ontología desarrollado para la gestión integrada del medio ambiente en obra, emplee sus propios procedimientos y sus propias instrucciones de trabajo. En este caso, una determinada instrucción de trabajo, que ya existe en la empresa constructora, podría ser una instancia correspondiente a una sub-clase o sub-subclase de la ontología. La creación de instancias de clases permite que las instrucciones de trabajo, ya existentes dentro de una empresa constructora, sean semánticamente igualadas con las clases y sub-clases desarrolladas, lo que permite universalizar la ontología.

2.4.11. Validación del enfoque basado en ontología para una gestión integrada del medio ambiente y de la seguridad en obra.

Para validar el enfoque basado en ontología, se desarrollaron dos actividades preliminares. En primer lugar las verificaciones se realizaron revisando si la información estaba disponible en el enfoque basado en ontología y revisando si existían las relaciones correctas. En segundo lugar, de acuerdo a las sugerencias de la literatura existente, se emplearon las preguntas de competencia para validar la solución. El enfoque basado en ontología para una

gestión integrada del medio ambiente en obra fue capaz de responder las preguntas de competencia que fueron definidas inicialmente. Por lo tanto, en esta etapa se consideró que la estructura conceptual era razonable y correcta para su propósito.

El enfoque basado en ontología para una gestión integrada del medio ambiente en obra, se implementó a través de "Potégé 3.4 beta", que es la herramienta más usada para extender y difundir las ontologías en un rango amplio de dominios de conocimiento. Este editor de fuente abierta facilita la visualización de las soluciones conducidas por ontología y permite una administración fácil de las clases, subclases y sub-subclases y sus correspondientes relaciones. La implementación de la solución en "Potégé 3.4 beta" nos permitió verificar la robustez y consistencia del enfoque propuesto.

Finalmente, cuando la versión computarizada del enfoque basado en ontología fue correctamente verificada, se realizó una evaluación externa. En la primera etapa, con el fin de asegurar una sencilla navegación, se pidió a los expertos que encontrarán cuatro conceptos dentro de la aplicación. En base a los resultados, podemos concluir que la facilidad de navegación del enfoque basado en ontología es aceptable.

En segundo lugar, se pidió a los expertos que comprobarán si el enfoque basado en ontología podría responder las preguntas de competencia pre-definidas. Con el objetivo de facilitar la evaluación externa, las preguntas tuvieron que ser personalizadas. Después de esta actividad de validación, se pudo concluir que el enfoque basado en ontología incluye todos los impactos ambientales y los riesgos de seguridad y salud que están típicamente relacionados con el proceso

constructivo de una edificación residencial (Figuras 7). También puede asegurarse que el enfoque basado en ontología ilustra aquellos procesos constructivos, en los cuales ocurre un determinado impacto ambiental, así como sus relaciones inversas (los impactos ambientales que tienen lugar como consecuencia de desarrollar un proceso constructivo en particular) (Figura 8). Esta actividad de validación también permitió asegurar que el enfoque basado en ontología puede mostrar si un riesgo determinado puede pertenecer simultáneamente al dominio ambiental. (Figura 9). Según los expertos, para cada impacto ambiental o riesgo de seguridad y salud, el enfoque basado en ontología ilustra que instrucciones de trabajo que han sido implementadas para reducir su importancia (Figura 10). El enfoque basado en ontología también muestra cómo las instrucciones de trabajo que han sido implementadas para disminuir la importancia de un determinado impacto ambiental o riesgo de seguridad y salud pueden afectar positiva o negativamente a la importancia de otros impactos ambientales o riesgos de la seguridad y salud. Finalmente, la solución dirigida por ontología también muestra aquellos impactos ambientales y riesgos de la seguridad y salud que son reducidos, tangencialmente aumentados o tangencialmente disminuidos después de haber implementado una determinada instrucción de trabajo (Figura 11). Los resultados obtenidos durante esta actividad de validación permitieron concluir que el enfoque basado en ontología es razonable y correcto de acuerdo con su propósito.

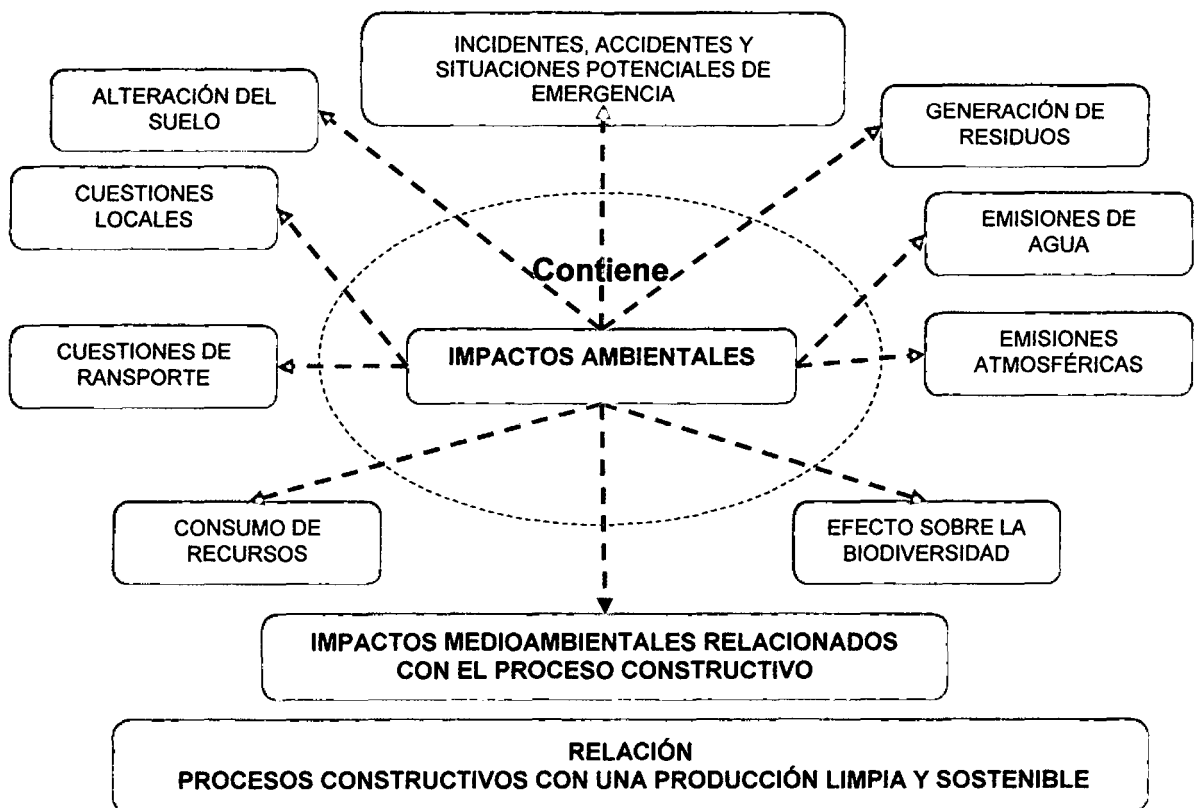


Figura 7. Relación entre la categoría "Cuestiones Locales" e "Impactos Medioambientales"

Fuente: elaboración propia

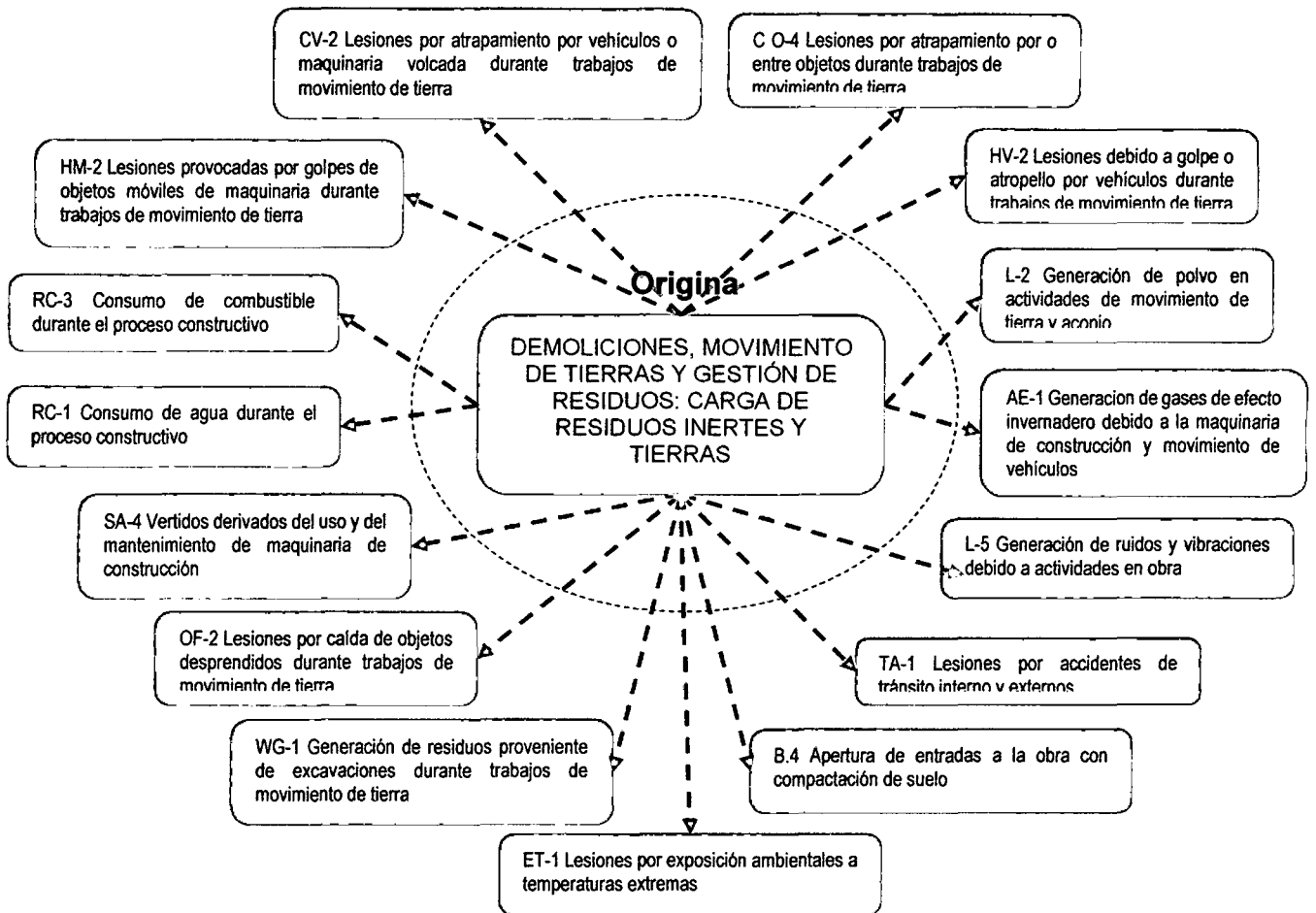


Figura 8. Identificación de impactos medioambientales relacionados con el proceso constructivo "demoliciones, movimientos de tierra y gestión de residuos"
Fuente: elaboración propia

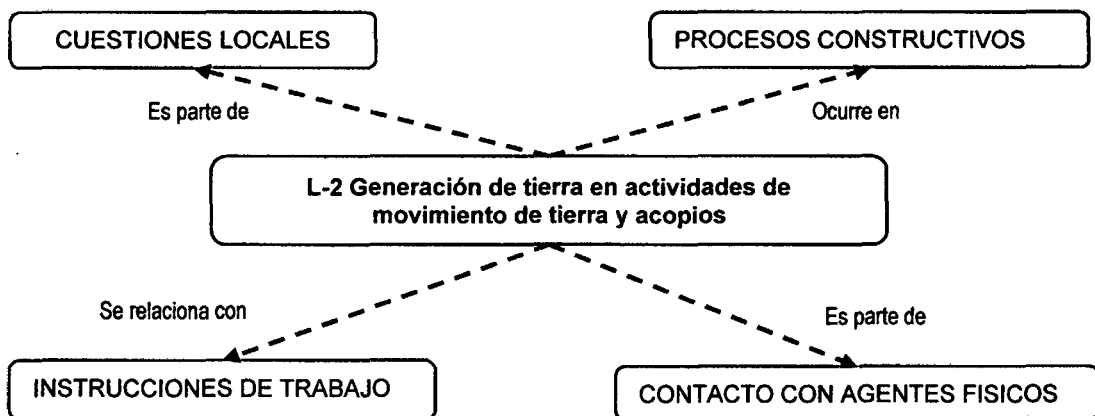


Figura 9. Información disponible para el impacto ambiental (generación de polvo en actividades de movimiento de tierra y acopios)

Fuente: elaboración propia

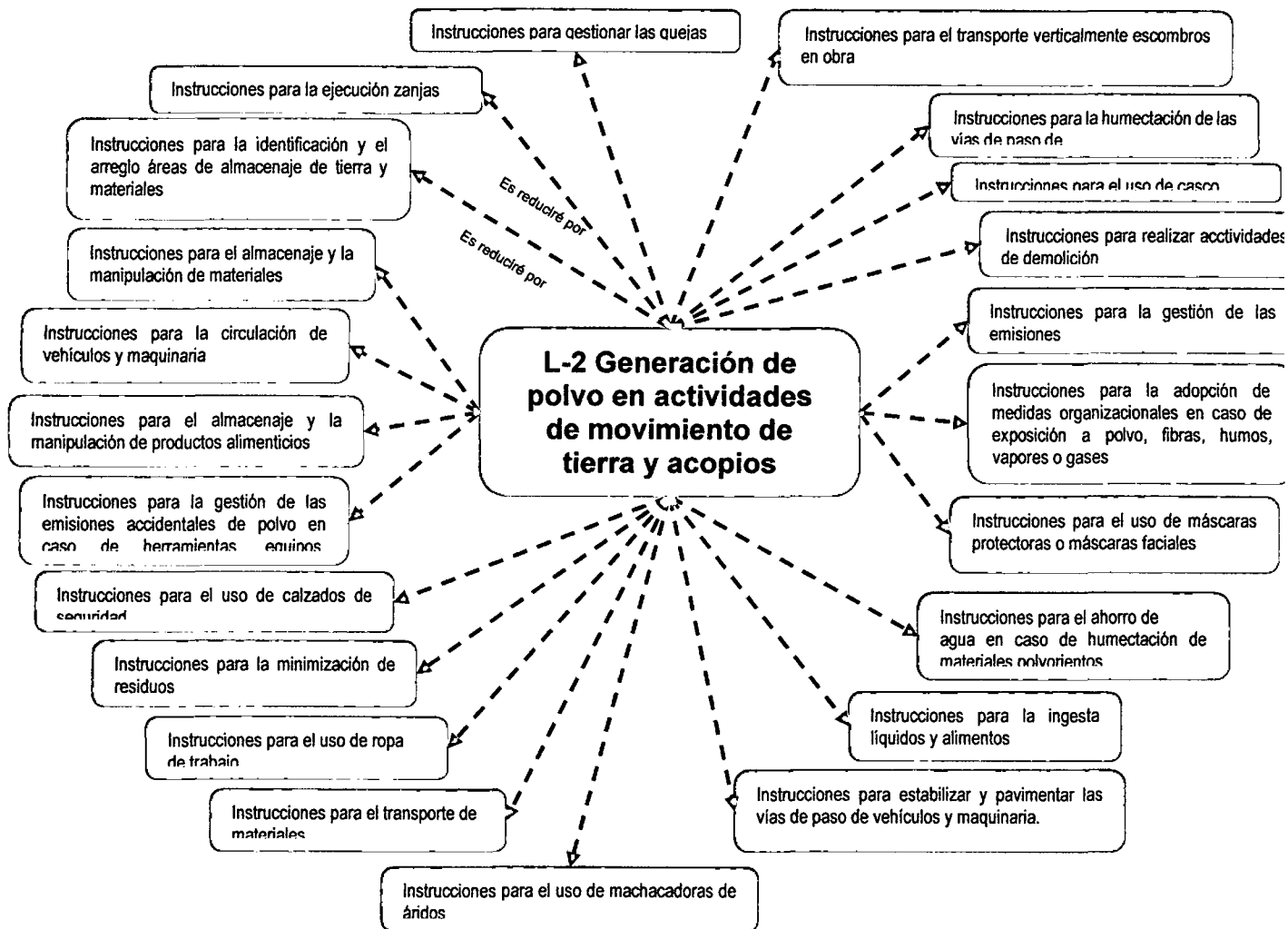


Figura 10. Identificación de instrucciones de trabajo relacionadas con impacto ambiental (generación de polvo en actividades de movimiento de tierra y acopios)

Fuente: elaboración propia

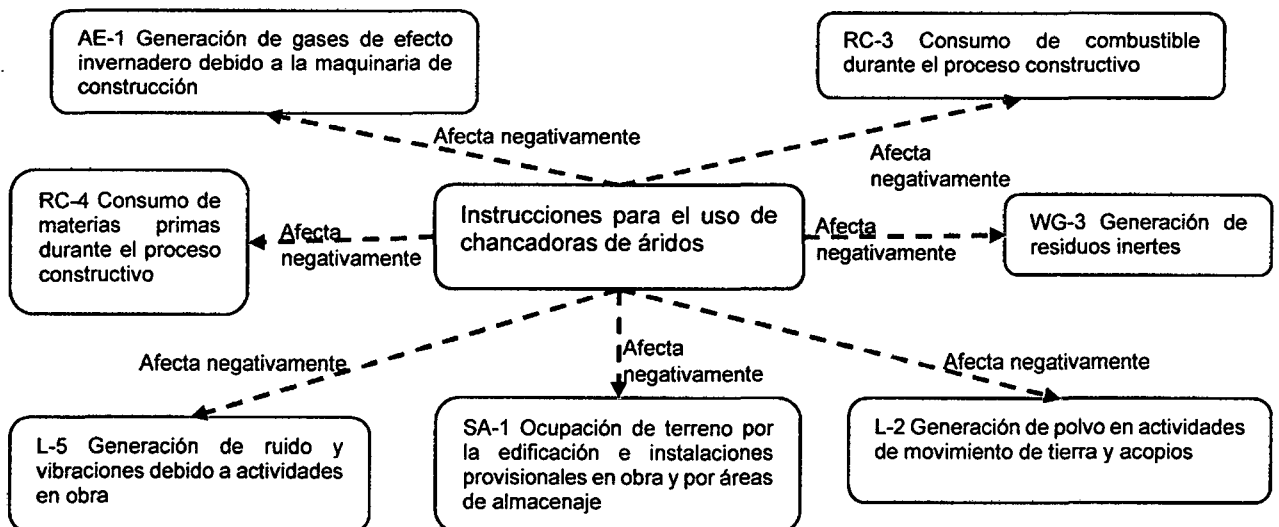


Figura 11. Identificación de impactos ambientales relacionados con la instrucción de trabajo "instrucciones para el uso de machacadoras de áridos"

Este estudio da un paso esencial en la formalización del marco teórico necesario para estimular la implementación de sistemas integrados de gestión ambiental en instituciones dedicadas a la construcción civil, a través del control operacional integrado. El principal resultado es la obtención de un enfoque innovador para clarificar y representar el conocimiento relacionado con el control operacional integrado del medio ambiente, la seguridad en obra, mediante el desarrollo de un enfoque basado en la ontología.

El mapa ontológico permite una mejor comprensión de las consideraciones prácticas relacionadas con la gestión ambiental, y permite considerar sistemáticamente la relación entre los procesos constructivos, impactos ambientales. La representación y la gestión, la estructura del conocimiento relacionada con la gestión ambiental permite compartir el conocimiento y reutilizarlo entre los expertos y partes interesadas que están simultáneamente involucradas en una obra en construcción. El enfoque basado en ontología también puede ayudar a abordar la dicotomía existente entre el conocimiento tácito y explícito. El enfoque basado en ontología identifica las instrucciones de trabajo en obra que deberían ser implementadas, ya sea para evitar un posible impacto ambiental o riesgo de seguridad antes de que éste ocurra, o para minimizar su efecto negativo cuando tiene lugar. La fortaleza de esta solución se basa en el hecho de que las potenciales interferencias son subrayadas. Así el efecto de una determinada instrucción de trabajo en obra, sobre todo el conjunto de impactos ambientales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. METODO

3.1.1. Tipología y nivel de investigación

TIPO. Esta es una investigación pura o básica, por cuanto los “procesos constructivos y sus impactos ambientales respecto a una producción limpia y sostenible” podrá ser utilizada como nuevo conocimiento por instituciones dedicadas a la industria de la construcción, como gestión ambiental en el proceso constructivo.

NIVEL. Tomando como referencia la naturaleza de las variables, esta es una investigación del nivel descriptivo – correlacional.

3.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Método Explicativo, por las variables de estudio establecidas, explica la incidencia de las variables exógenas, el cómo incide en las variables endógenas.

Diseño, es el plan o estrategia que se desarrollará para obtener la información que requiere la investigación. Se aplicará el método **No Experimental, Transeccional o transversal, Descriptivo, Correlacional – causal.**

- ⇒ **El diseño No Experimental.** Se define como la investigación que se realizará sin manipular deliberadamente variables. En este diseño se observarán los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Tamayo, 1998) y (Roberto, Carlos, & Pilar, 1998)
- ⇒ **El diseño de investigación Transeccional o transversal.** Su propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Tamayo, 1998) y (R. Sampieri, Collado, & Lucio, 2008),
- ⇒ **El diseño transeccional descriptivo.** Tendrá como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifestaran las variables de la investigación (Tamayo, 1998) y (Sampieri, Collado, Lucio y Pérez, 1998)
- ⇒ **El diseño de investigación Transeccional correlativo – causal.** Servirá para relacionar entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. Se tratará también de descripciones, pero no de categorías, conceptos, objetos ni variables individuales, sino de sus relaciones, puramente correlacionales o relaciones causales (Clear & MacDonell, 2011)

3.3. ÁMBITO DE ESTUDIO

Población. La población a investigar está conformada por los proyectos que vienen ejecutando el Gobierno Regional de Puno. Periodo 2012 – 2013.

Muestra. La muestra de estudio está determinada por el 40% (25 proyectos) de 63 de los proyectos que ejecuta el gobierno regional de Puno mediante la Gerencia Regional de Infraestructura. Por otro lado la muestra es no probabilística, los proyectos fueron seleccionados de acuerdo al criterio del investigador, además, se consideró la magnitud del proyecto respecto al monto de inversión para su ejecución, que se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 2.
MUESTRA NO PROBABILÍSTICA, INTENCIONAL O DE CONVENIENCIA, DE
LOS PROYECTOS EN EJECUCIÓN GRP 2012-2013.

Nº	CODIGO SNIP	DENOMINACION DEL PROYECTO	MONTO DE INVERSION	TIEMPO DE EJECUCION/MESES
1	88329	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INICIAL Nº 332 DE ZARUMILLA - JULIACA	S/. 1,000,912.00	6
2	85183	MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA Nº 70647 DE CACHIPASCANA - SAN ANTONIO DE ESQUILACHE	S/. 659,005.00	4
3	92263	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SECUNDARIA AGROPECUARIO DE CANGALLI - ILAVE	S/. 813,657.00	4
4	114541	CONSTRUCCION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA IEST MIGUEL GRAU SAN PEDRO DE HUAYLLATA, DISTRITO PILCUYO, PROVINCIA EL COLLAO, DEPARTAMENTO PUNO	S/. 1,108,440.00	5
5	143823	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA IES SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE PUNO, PROVINCIA DE PUNO	S/. 1,656,403.00	6
6	141445	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA 73003 DE LA CIUDAD DE HUANCANE, PROVINCIA DE HUANCANE - PUNO	S/. 1,799,406.00	6
7	79508	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA Nº 72419 DE UMABAMBA - COJATA	S/. 688,341.00	5
8	138526	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA 70547 MANCO CAPAC DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROV. SAN ROMAN, PUNO	S/. 1,515,429.00	7
9	71949	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N 71011 SAN LUIS GONZAGA DE AYAVIRI MELGAR	S/. 3,631,959.00	7
10	224104	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA EN LA IE Nº 72011 DEL CENTRO POBLADO DE HANAJQUIA EN EL DISTRITO DE AZANGARO, PROVINCIA de AZANGARO - REGION PUNO	S/. 1,828,319.00	5
11	176779	MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN LA I.E.S. AGROPECUARIO POMADCA, DEL CENTRO POBLADO QUELLAHUYO POMADCA, DISTRITO DE MOHO, PROVINCIA DE MOHO - PUNO	S/. 1,897,813.00	5
12	73207	MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO EDUCATIVO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA Nº 70276 DEL DISTRITO DE KELLUYO	S/. 829,207.00	3
13	198453	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO PUBLICO PEDRO VILCAPAZA, DEL DISTRITO DE AZANGARO, PROVINCIA DE AZANGARO - PUNO	S/. 9,874,512.00	10
14	91676	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SECUNDARIA SAN AGUSTIN DE SAMAN, PROVINCIA DE AZANGARO - PUNO	S/. 3,512,714.00	7
15	233309	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA I.E.S. AGROPECUARIO PACAYSUIZO DEL CENTRO POBLADO DE PACAYSUIZO, DISTRITO DE ALTO INAMBARÍ - SANDIA - PUNO	S/. 1,874,853.00	5
16	236711	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION PUNO	S/. 1,030,764.00	5
17	193139	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN TICS EN LAS I.E. DE EDUCACION BASICA REGULAR (CICLO III-VII) DE LA REGION PUNO	S/. 8,431,239.00	8
18	232143	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SECUNDARIA TECNICO INDUSTRIAL	S/. 3,135,784.00	6
19	247051	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA N 71001 ALMIRANTE MIGUEL GRAU	S/. 6,221,254.00	7
20	224623	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION SECUNDARIA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA MUNICIPAL SANDIA	S/. 3,925,938.00	6
21	227384	MEJORAMIENTO DE SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA INICIAL LUNAR DE ORD B DEL CENTRO POBLADO DE CERRO LUNAR, DEL DISTRITO ANANEA, PROVINCIA DE SAN ANTONIO DE PUTINA-PUNO	S/. 1,083,196.60	3
22	231693	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION INICIAL EN LA INSTITUCION EDUCATIVA QUETAPALO DE LA COMUNIDAD DE QUETAPALO DEL DISTRITO DE USICAYOS, PROVINCIA DE CARABAYA - PUNO	S/. 420,675.75	3
23		"MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA EN LA I.E.S. AGROPECUARIO POMADCA DEL CENTRO POBLADO QUELLAHUYO POMADCA, DISTRITO DE MOHO, PROVINCIA DE MOHO- PUNO	S/. 1,579,684.00	8
24		MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INICIAL Nº332 ZARUMILLA - JULIACA	S/. 1,260,836.78	6
25		MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INICIAL Nº 314 DEL BARRIO LAS MERCEDES DE JULIACA II ETAPA	S/. 828,363.90	5

3.4. VARIABLES E INDICADORES DE LA INVESTIGACIÓN

CUADRO 3.
INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL DEL SECTOR
CONSTRUCCIÓN

RECURSO / ASPECTO	NOMBRE	UNO	DESCRIPCIÓN	METODOLOGÍA DE CUANTIFICACION
AGUA	Disponibilidad de agua	m ³ /s	Disponibilidad de agua obtenida a través de las diferentes fuentes	Medición de caudal y tiempo promedio diario de uso
	Consumo de agua	m ³ /actividad, m ³ /s	Cantidad de agua usada en cada una de las actividades constructivas durante todo el periodo de la obra	Registro a través de manómetro, registros de tiempo y caudal aforado y/o mediante las facturas de servicio de agua.
	Vertimientos Líquidos Industriales	m ³ /actividad, m ³ /s	Cantidad de aguas residuales generadas en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra.	Registros de mediciones de caudal y tiempo
	Vertimientos Líquidos Domésticos	m ³ /s	Cantidad de aguas residuales generadas por el personal presente en la obra	Multiplicando el número de personas por la producción per cápita de aguas residuales
ENERGIA	Consumo de Energía Eléctrica	kWh/actividad, kWh	Cantidad de energías eléctrica consumida en los diferentes usos: iluminación, ventilación, y operación de equipo y maquinaria, en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra.	Registros de consumo reportados en las facturas del servicio de energía eléctrica
	Consumo de Energía por Combustibles	Gal/actividad, Gal/día	Cantidad utilizada de combustibles en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra	Registros diarios de uso de combustibles por cada una de las máquinas
MATERIALES E INSUMOS	Consumo de Materiales e Insumos	m ³ /actividad, Kg/actividad, m ³ /día, Kg/día	Consumo de cada uno de los materiales e insumos en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra	Registros diarios de consumo de materiales e insumos en cada una de las Actividades
RESIDUOS SÓLIDOS	Producción de Residuos Peligrosos	Kg/actividad Kg/día	Cantidad generada de residuos con características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad, explosividad y/o toxicidad, en cada actividad constructiva y/o durante todo el periodo de la obra	Número de veces que se llenan los depósitos temporales de residuos peligrosos por el volumen del mismo, durante el desarrollo de una actividad o por un tiempo específico
	Producción de Residuos No Peligrosos	Kg/actividad Kg/día	Cantidad generada de residuos con características inertes o similares a los domésticos en cada actividad constructiva y/o durante todo el periodo de la obra	Número de veces que se llenan los depósitos temporales de residuos peligrosos por el volumen del mismo, durante el desarrollo de una actividad o por un tiempo específico
AIRE	Emissiones de Gases y Partículas	Kg/actividad Kg/máquina Kg/día	Cantidad de gases y partículas emitidas por diferentes fuentes presentes en cada actividad constructiva y/o durante todo el periodo de la obra	Mediciones en campo con equipo especializado o estimaciones a partir de factores de emisión
	Emissiones de Ruido	db/actividad db/fuente db/h	Niveles de ruido ambiental en cada actividad constructiva o emitidos por cada fuente generadora o durante todo el periodo de la obra	Mediciones en campo con sonómetro integrador
	Emissiones de Vibraciones	m/s ²	Niveles de transmisión de vibraciones ambientales en cada actividad constructiva o emitidos por cada fuente generadora o durante todo el periodo de la obra.	Mediciones en campo con acelerómetros
SUELO	Intensidad de Uso del Suelo	%	Área del predio afectada por las obras, respecto al área total del predio	Sumatoria del área dispuesta para campamentos, del área construida y del área utilizada para desplazamientos de equipos, maquinaria y personal, dividida por el área total del predio y expresada en porcentaje

3.5. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO

Para identificar eficazmente y evaluar los impactos ambientales relacionados con la construcción de edificios, se procedió de la forma siguiente:

1. La identificación de los aspectos ambientales relacionados con el proceso de construcción por medio de un enfoque orientado a procesos (producción limpia y sostenible).
2. La evaluación de los aspectos ambientales en la fase del proyecto (expediente técnico).
 - a. Desarrollo de indicadores.
 - b. Formulación de los límites de significación.
 - c. Determinación de la importancia de los impactos ambientales de un proyecto de construcción.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recoger la información requerida se utilizó la técnica de revisión de documentos (expedientes técnicos), cuyo instrumento consiste en la revisión de cada una de las partidas ejecutadas de las obras.

Para determinar la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción limpia y sostenible.

Primero, se determinaron los impactos ambientales causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones. Cuantificadas éstas de acuerdo a la ejecución de las partidas, según la metodología planteada para la presente investigación, mediante la web.

Segundo, se establece la relación de los impactos ambientales con la calidad de ejecución de la obra aplicando las teorías de producción limpia y sostenible. Donde la relación de estas, se proporciona del análisis estadístico directo mediante la metodología planteada en un escenario web.

3.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

La identificación de los aspectos ambientales relacionados con el proceso de construcción es el primer paso de la metodología propuesta por Gangolells, *et al.* (2009). Para ello, un análisis preliminar exhaustivo con un enfoque orientado al proceso Zobel and Burman (2004) se lleva a cabo. En primer lugar, se identifican los principales procesos y divididos en pasos de proceso más pequeños.

3.7.1. Procesos de construcción y actividades consideradas inicialmente

La construcción considera los principales procesos como: (1) movimientos de tierra, (2) fundaciones, (3) Elementos estructurales, (4) tabiquería, (5) Coberturas, (6) aislamientos, (7) recubrimientos, (8) pavimentos y pisos, (9) puerta y ventana, (10) pintado de la edificación y (11) instalaciones eléctricas y sanitarias. Según ITeC (2006), desarrollado por el Instituto Catalán de Tecnología de la Construcción. Estos procesos principales de la construcción se dividieron en pequeños pasos del proceso como lo indicado a continuación.

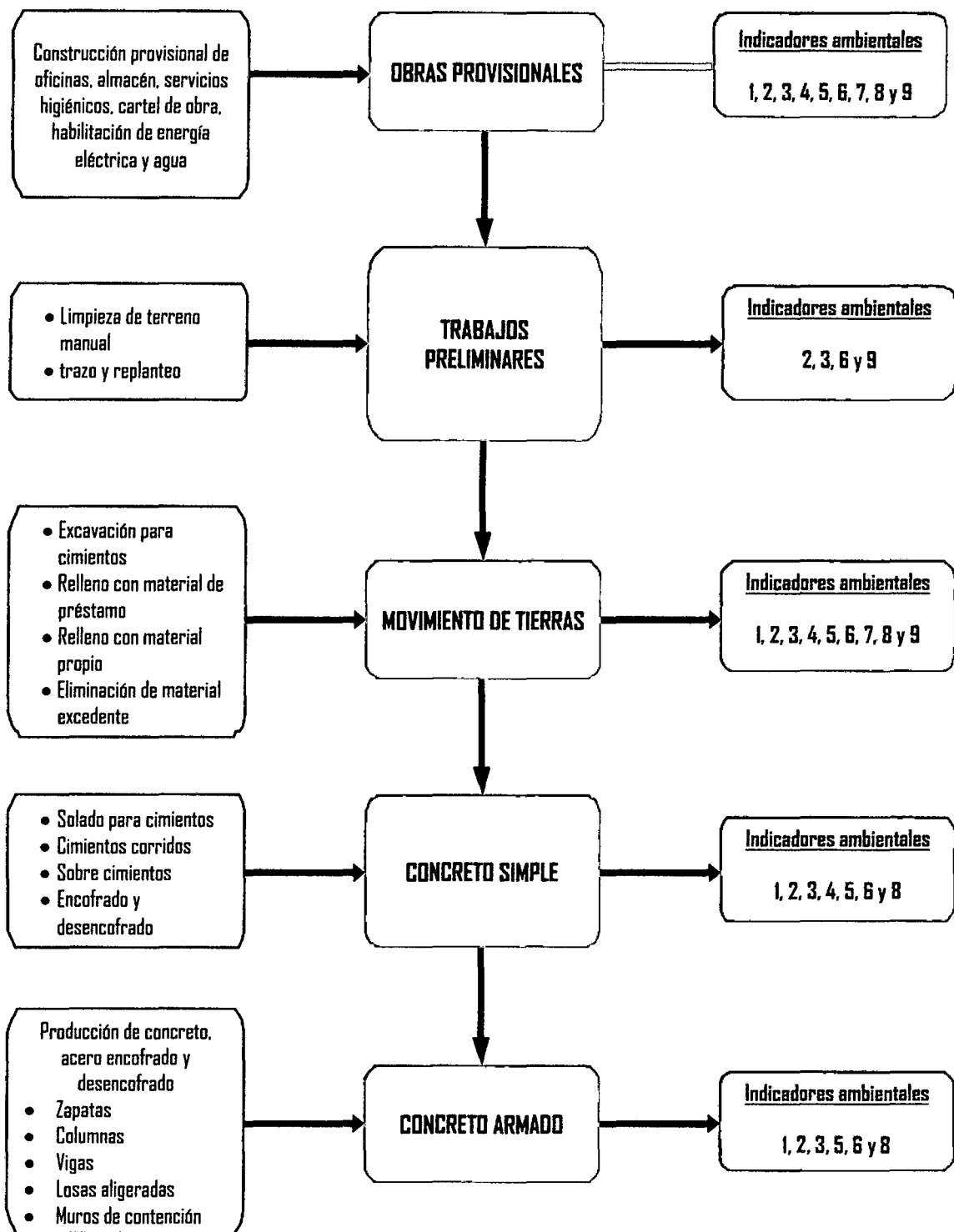


Figura 12. Flujo-grama de procesos de identificación de impactos en los procesos constructivos (estructuras). Indicador ambiental según cuadro 4

Fuente: elaboración propia

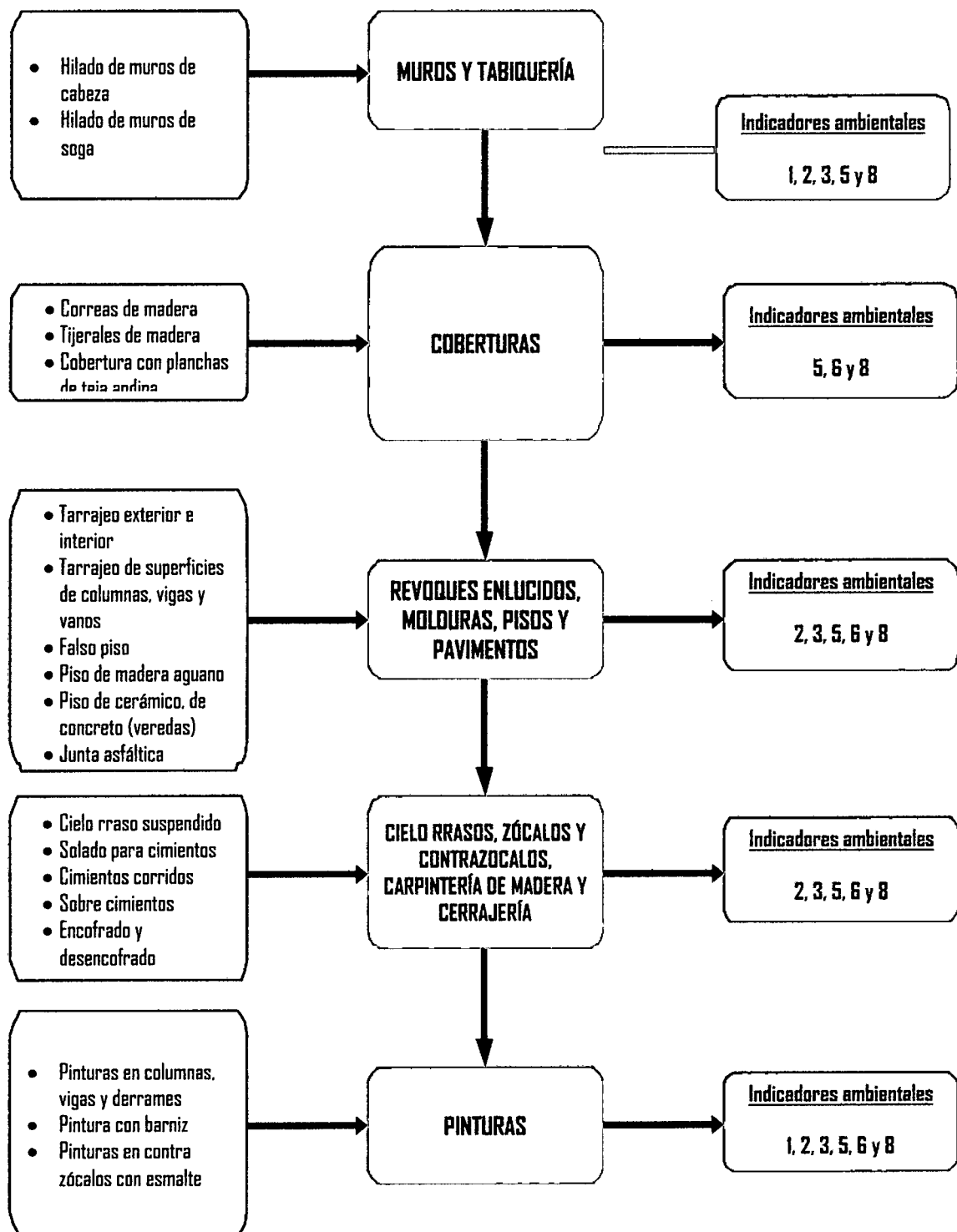


Figura 13. Flujo-grama de procesos de identificación de impactos en los procesos constructivos (arquitectura).

Fuente: elaboración propia

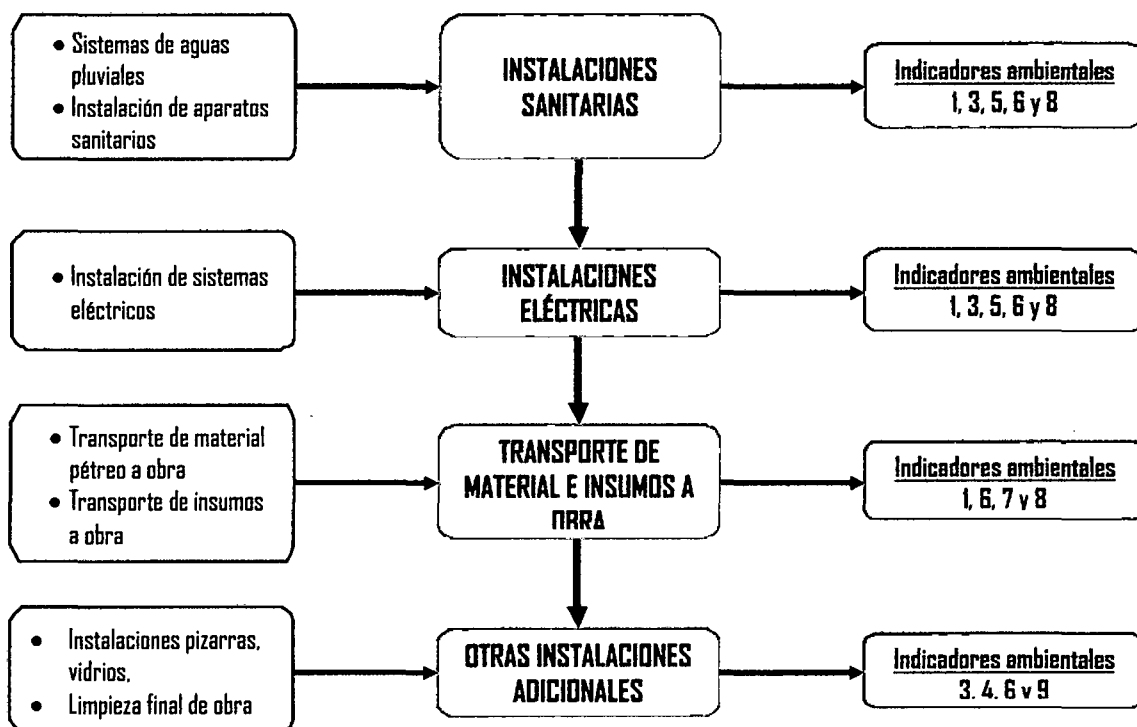


Figura 14. Flujo-grama de procesos de identificación de impactos en los procesos constructivos (instalaciones sanitarias, eléctricas y otros).

Fuente: elaboración propia

**CUADRO 4.
INDICADORES AMBIENTALES, PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES POR PARTIDAS.**

Indicadores ambientales iniciales
(1) Emisiones a la atmósfera;
(2) Emisiones al agua;
(3) Prevención, el reciclado, la reutilización, transporte y eliminación de residuos sólidos y otros residuos, en particular los residuos peligrosos;
(4) El uso y contaminación del suelo;
(5) Utilización de recursos naturales y materias primas (incluida la energía);
(6) Cuestiones locales (ruido, vibraciones, olores, polvo, apariencia visual, etc);
(7) Problemas de transporte;
(8) Los riesgos de accidentes e impactos medioambientales derivados, o que pudieran derivarse, de los incidentes, accidentes y posibles situaciones de emergencia;
(9) Efectos sobre la biodiversidad.

Fuente: Gangoellis *et al.* 2009, investigación de metodología de evaluación de impactos ambientales en procesos constructivos

3.7.2. Aspectos ambientales considerados inicialmente

Muchos enfoques se han descrito y propuesto como aquellos proporcionados por March (1992), Uher (1999), Chen et al. (2000), Cole (2000); Shen y Tam (2002); Cardoso (2005), Chen *et al.* (2005), Glass and Simmonds (2007), Sharrard *et al.* (2007), estos autores llegan a un consenso sobre los aspectos ambientales relacionados con el proceso de construcción. El Sistema de Gestión y Auditoría Medioambientales (SGAM) proporciona una lista estandarizada y completa de los aspectos ambientales que cubre casi todos los aspectos ambientales antes mencionados. Por lo tanto, SGAM se utilizó como una guía para identificar inicialmente los aspectos ambientales generales.

- Emisiones a la atmósfera;
- Emisiones al agua;
- Prevención, el reciclado, la reutilización, transporte y eliminación de residuos sólidos y otros residuos, en particular los residuos peligrosos;
- El uso y contaminación del suelo;
- Utilización de recursos naturales y materias primas (incluida la energía);
- Cuestiones locales (ruido, vibraciones, olores, polvo, apariencia visual, etc);
- Problemas de transporte;
- Los riesgos de accidentes e impactos medioambientales derivados, o que pudieran derivarse, de los incidentes, accidentes y posibles situaciones de emergencia;
- Efectos sobre la biodiversidad.

Con el fin de aumentar el nivel de precisión, algunos de estos aspectos ambientales se dividieron en los aspectos más específicos (Lundberg, Balfors, & Folkson, 2007). Por ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y los clorofluorocarbonos (CFC) se consideraron, y no sólo las emisiones a la atmósfera.

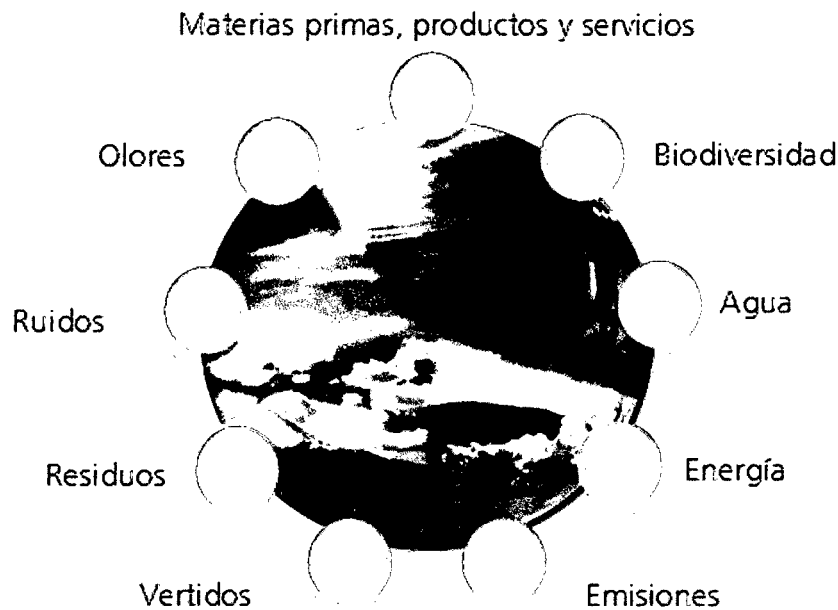


Figura 15. Indicadores ambientales

3.7.3. Determinación del grado de impacto ambiental en una etapa de construcción

3.7.3.1. Dominio Ambiental

ISO 14004:2004 establece que cuando se establecieron los criterios de significación, una organización debería considerar (i) criterios ambientales (como la escala, la intensidad y la duración del impacto, o el tipo, el tamaño y la frecuencia de un aspecto medioambiental), (ii) los requisitos legales aplicables (tales como límites de emisión y vertido en los permisos o regulaciones, etc) y

(iii) las inquietudes de las partes interesadas internas y externas (Tales como los relacionados con los valores organizacionales, imagen pública, etc.)

De acuerdo con Poder (2006), la evaluación de la importancia de los impactos ambientales puede ser facilitada, teniendo en cuenta la escala espacial (el área física influenciado por un aspecto medioambiental concreto), la gravedad (la combinación de la cantidad, toxicidad, volumen afectado, área de superficie y temporal medida), la probabilidad (la probabilidad de que el evento que causa el impacto del medio ambiente) y la duración (permanencia) de los efectos del medio ambiente (Figura N° 12).

La gravedad de un aspecto ambiental, varía con cada sitio específico del edificio construido, ya que hay una correlación entre la magnitud del proyecto (cantidades y la toxicidad de los materiales involucrados, volumen afectado, o de la superficie y la extensión temporal) y los efectos causados. Otros criterios no dependen en el proyecto de construcción, por lo que se pueden utilizar en esta etapa temprana para determinar los aspectos ambientales significativos para cada proceso de construcción: la magnitud del impacto, su probabilidad de ocurrencia y su duración (Figuras N° 12, 13 y 14).

Los aspectos ambientales considerados inicialmente fueron evaluados en términos de escala, duración y probabilidad de ocurrencia para cada etapa de la construcción. Para disminuir la intrusión de la subjetividad durante la identificación de los aspectos ambientales, una escala de cuatro intervalos fue desarrollado para cada uno de los tres componentes antes mencionados de importancia. La extensión espacial o zona de influencia del impacto ambiental pueden variar de sitio específico para el caso regional o nacional, por lo tanto, la

escala de magnitud del impacto es una progresión a través de las unidades geográficas. La probabilidad de ocurrencia se refiere a la frecuencia del evento que causa el impacto ambiental. Este componente de significación se reduce de una manera similar y varió de baja probabilidad (improbable) de probabilidad relativamente alta (muy probable o frecuente). La duración de un impacto ambiental fue escalada teniendo en cuenta la longitud de tiempo que el impacto ambiental dura. En este caso, la duración de un impacto ambiental se describe cuantitativamente en relación con la duración de la fase de construcción.

Descripción		Aspectos Ambientales											Contaminaciones accidentales	Efectos sobre la biodiversidad				
		Emisiones de Gases y Partículas	Emisiones de Ruido	Emisiones de Vibraciones	Emisiones al aire		Emisiones al agua		Emisiones al suelo	Generación de residuos	Uso de materiales	Consumo de energía			Aspectos sociales			
					Consumo de agua	Vertimientos Líquidos Industriales	Vertimientos Líquidos Domésticos	Intensidad de Uso del Suelo	área afectada para el uso de equipos, vertimiento de Producción de Residuos Peligrosos	Producción de Residuos No Peligrosos	Consumo de Materiales naturales	consumo de insumos insustanciales			Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de Energía por Combustibles afectación a la población alto	problemas sociales	
und																		
OBRAS PROVISIONALES																		
	ORDEN PERMISIVO	GLB																
	ORDEN. A LIMA DEBY DA SETA DE ELA RONA NA	GLB																
TRABAJOS PRELIMINARES																		
	LIMPIEZA DEL TERRENO	M2																
	DEMOLICION DE LA LISO PISO	M3																
	RETIRO DE CIELO PARA SI	M2																
	A DA RRODE DE MA TERIA L D-50m	M3																
	ELIMINACION DE MA TERIA L A CUMULADO	M3																
	TRA ZIL NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2																
	TRA ZIL NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	M2																
	TRA NSPORTE DE MA TERIA L SA OBRA	GLB																
	TRA NSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB																
MOVIMIENTO DE TIERRAS																		
	EXCA VACION PARA ZA PA TAS	M3																
	EXCA VACION DE ZANJAS	M3																
	RELLENO INTERIOR/PLANCHAS COMP. (Material Propio)	M3																
	RELLENO COMPACTADO CONTROLADO CON MAT. DE PRESTAMO	M3																
	NIVELA CON INTERIOR Y A PERSONA DEL TERRENO	M2																
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																		
	CONCRETO CORRIDOR. MEZCLA C.H:1.10+30%PS	M3																
	CONCRETO CORRIDOR. ENCERRADO Y DESMORRADO	M2																
	RESERVA PARA TABLA DE CONCRETO 1:10+70%PS	M3																

Figura 16. La identificación de los aspectos ambientales en un enfoque orientado a los procesos. Evaluación de la probabilidad de ocurrencia (P), duración del impacto (D) y escala de impacto (S).

Fuente: adaptado de Johnston et al. (2000).

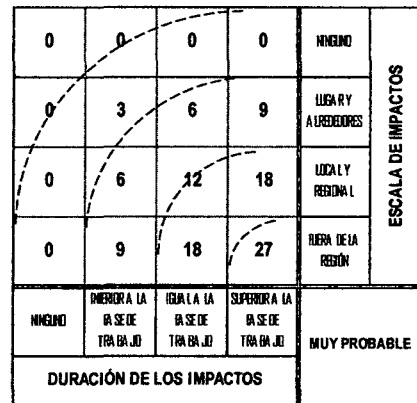
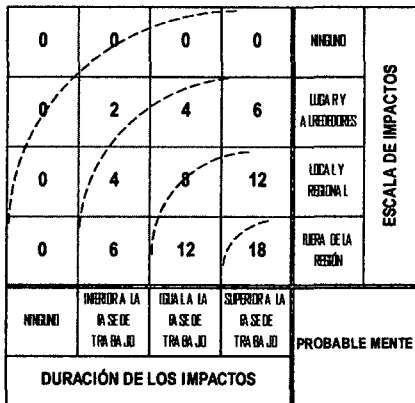
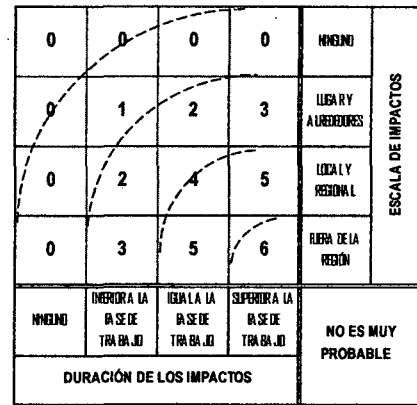
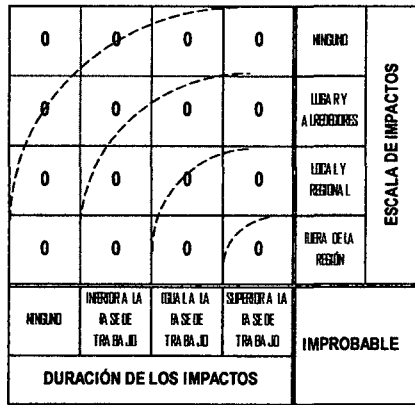


Figura 17. Escalas numéricas para los tres componentes de importancia: probabilidad de ocurrencia (P), duración del impacto (D) y escala de impacto (S). Fuente: adaptado de Johnston *et al.* (2000).

La magnitud del impacto, su duración y su probabilidad de ocurrencia puede ser una referencia cruzada, por ejemplo, el ruido resultante de la fase de movimiento de tierras, es sitio específico, a corto plazo y tiene una alta probabilidad de ocurrencia, mientras que la generación de gases de efecto invernadero, las emisiones que contribuyen al cambio climático en el revestimiento fase, tiene una escala internacional, es persistente, pero tiene una baja probabilidad de ocurrencia (excluido el transporte de materiales). Estos tres componentes de importancia, por lo tanto, pueden ser representados gráficamente con el tiempo de impacto como el eje x, la escala de impacto como el eje y, y la probabilidad de ocurrencia como el eje z. Un impacto es altamente significativo si se registra en la parte inferior derecha de los tres gráficos (Figura N°. 12 y 13).

Con el fin de calcular el grado de impacto ambiental de una etapa de construcción específica, las cuatro escalas de grado para los tres componentes de importancia se convierten en escalas numéricas (Figura N° 13). En aras de la simplicidad, se obtuvo el grado de impacto ambiental de una etapa de construcción particular, establecida por Gangolells, (2009), utilizando la siguiente expresión:

$$ID_{Ei} = D_i \times S_i \times P_i$$

Donde:

- ID_{Ei} denota el grado de impacto ambiental de una etapa de construcción específica i.
- D_i denota la duración del impacto, supone que es 0 (ninguna), 1 (más corto que la duración de la etapa de construcción), 2 (igual a la duración de la etapa de construcción) o 3 (mayor que la duración de la etapa de construcción).
- S_i Corresponde a la escala de impacto, que va de 0 (ninguno), 1 (lugar y alrededores), 2 (local y regional) a 3 (de la región). Por último,
- P_i denota la probabilidad de ocurrencia del impacto, supone que es 0 (improbable), 1 (no muy probable), 2 (probable) o 3 (muy probable).

En esta primera identificación de los aspectos ambientales, impacto ambiental para una etapa específica de construcción, se consideró significativo si su grado es mayor que 4. La matriz resultante permite distinguir los posibles impactos ambientales de cada etapa de la construcción. Con el fin de hacer que las evaluaciones futuras sean controlables eficazmente, algunos aspectos ambientales se agregaron mientras que otros son desagregados.

3.7.4. Resumen de los aspectos ambientales relacionados con el proceso de construcción

Como resultado de este proceso (Figura N° 14), se obtuvieron 37 aspectos ambientales significativos para las actividades de construcción. La categoría "emisiones atmosféricas" incluye los aspectos ambientales derivados de la emisión de gases de efecto invernadero, Todos los aspectos ambientales con impactos adversos en la calidad de las aguas superficiales, las aguas subterráneas fueron incluidos en la categoría de emisiones de agua. La metodología también incluye todos los materiales de desecho que se espera que se generen durante la construcción: desechos humanos, materiales excavados generados durante movimientos de tierra y el exceso fuera de los cortes de materiales de construcción (refuerzo, concreto y encofrados). También se considera residuos. La categoría de "alteración del suelo" incluye todos los aspectos relacionados con la ocupación y los posibles efectos adversos, debido a los vertidos de líquidos contaminantes de la tierra. También se tienen en cuenta los aspectos ambientales relacionados con el uso de los recursos (principalmente agua, electricidad, combustibles y materias primas). Los temas específicos como las partículas en suspensión de las emisiones, la suciedad, el ruido, las vibraciones y los impactos visuales también están incluidos en la metodología, puesto que define la relación respecto a una producción limpia y sostenible, cuantificada en la calidad de la ejecución de la obra. Además, que el trabajo de la construcción también puede causar impactos en el tráfico y el transporte local, la metodología incluye una categoría denominada "cuestiones de transporte. Los efectos sobre la biodiversidad "categoría incluye todos los

aspectos relacionados con la pérdida de vegetación, pérdida de la fertilidad del suelo y los posibles efectos adversos debidos a la intervención del cauce de ríos.

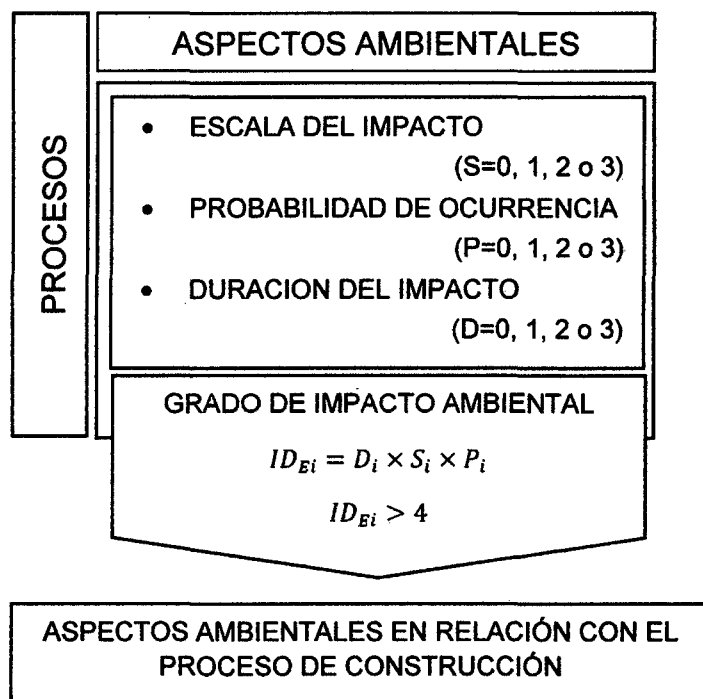


Figura 18. Descripción general del proceso de identificación de los aspectos ambientales en un enfoque orientado a procesos.

3.8. LA EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE PROYECTO (EXPEDIENTE TÉCNICO)

La identificación de los aspectos ambientales durante la revisión inicial, sólo se consideró el análisis de los criterios ambientales que no dependen del proyecto de construcción (escala, la probabilidad y la duración de la incidencia). Por lo tanto, en esta etapa se considera todos los componentes restantes de importancia que coinciden con los que dependen de cada sitio específico de la obra o partida ejecutada: la gravedad de las consecuencias, los requisitos legales aplicables y las preocupaciones de las partes interesadas (Figura N° 15).

A fin de evaluar y relacionar el impacto y la gravedad de los requisitos legales aplicables, la matriz con varios criterios de valoración para evaluar la magnitud del impacto (MG) para cada aspecto ambiental también relaciona criterios de procesos constructivos de producción limpia y sostenible. El parámetro de la magnitud del impacto (MG), trata de evaluar la importancia de cada aspecto ambiental en términos cuantitativos y sin tener en cuenta la fragilidad del medio ambiente relacionando aspectos de producción limpia y sostenible en la evaluación. Por lo tanto, este parámetro calcula la combinación de la cantidad total de elementos contaminantes, el volumen o la superficie afectada, así como la duración de la acción impactante. Con el fin de incluir criterios detallados para ayudar a los tomadores de decisiones determinar si la magnitud del impacto (MG) es significativo, una escala de cuatro intervalos se desarrolló: impactos inexistentes, los impactos no significativos, los impactos medianamente significativos e impactos muy significativos (Tabla 3). Para ayudar a lograr un resultado homogéneo, se establecieron límites numéricos entre las cuatro categorías (Tabla 4). Que da como respuesta la relación de los procesos de producción limpia y sostenible.

CUADRO 5.
SISTEMA DE PUNTUACIÓN PARA LA MAGNITUD DEL IMPACTO (MG_j)

Impacto magnitud (MG_j)	Puntuación
Impactos inexistentes	0
Impactos no significativos	1
Impactos medianamente significativo	3
Impactos extremadamente significativos	5

Fuente: Tesis Doctoral. Marta Gangolells Solanellas 2010¹

¹ Marta Gangolells Solanellas, doctoral thesis, contributions to the implementation of integrated environmental and health and safety management systems in construction

Con el fin de evaluar las preocupaciones de las partes interesadas, se considera la interacción entre una actividad y su entorno (y viceversa), que define la calidad de ejecución de la obra respecto a una producción limpia y sostenible, sin perturbaciones ambientales al entorno. Por lo tanto, el parámetro de entorno considera la sensibilidad de la ubicación o el receptor. Las obras están claramente relacionadas con el entorno y por lo tanto sin hacer referencia a su contexto más amplio, sería sesgada la evaluación de importancia de un impacto ambiental. Con el fin de incluir criterios detallados para ayudar a las personas a determinar qué tan sensible es el medio ambiente, una escala de tres intervalos se desarrolló: entorno no sensibles, el medio ambiente medianamente sensible y ambiente extremadamente sensible (tabla 5). En este caso, para ayudar a lograr un resultado homogéneo, también se establecieron los límites numéricos entre las tres categorías.

CUADRO 6.
SISTEMA DE PUNTUACIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE

Medio Ambiente (EN_j)	Puntuación
Ambiente medio no sensible	1
Ambiente medianamente sensible	3
Ambiente extremadamente sensible	5

Fuente: Tesis Doctoral. Marta Gangoellés Solanellas 2010²

Por lo tanto, todos los demás componentes de importancia en el ámbito del ambiente (la gravedad, los requisitos legales aplicables y las preocupaciones de

² Marta Gangoellés Solanellas, doctoral thesis, contributions to the implementation of integrated environmental and health and safety management systems in construction companies - 2010

las partes interesadas) fueron incluidos en la metodología (Figura N° 7).

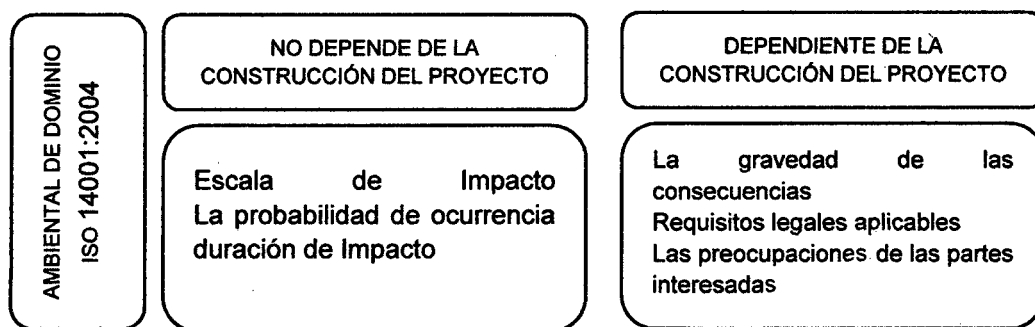


Figura 19. Descripción general de los componentes de importancia para el medio ambiente.

3.8.1. Determinación de indicadores

Se desarrollaron indicadores para la evaluación de medio ambiente (en referencia a la magnitud del impacto, el medio ambiente). Estos indicadores se basan en particular, las características observables o mensurables de un proyecto de construcción y representadas, en todos los casos. La variable que se está midiendo (magnitud de impacto al medio ambiente, para describir la producción limpia y sostenible). Debido a la necesidad de evaluar objetivamente los impactos ambientales en la construcción, los indicadores siempre se basan en la información contenida en los documentos de los proyectos de construcción (por ejemplo, especificaciones técnicas, planos, metrados, análisis de precios unitarios, presupuesto, etc.).

Los principios para la obtención de indicadores ambientales establecidos en la ISO 14031:1999 estándar fueron estudiados cuidadosamente para desarrollar indicadores ambientales comparables, orientados a objetivos que son equilibrados, continuo, frecuencial y comprensible (Standardization., 2009).

CUADRO 7.
INDICADORES AMBIENTALES – QUE SON ADAPTADOS DE LAS
VARIABLES ORIGINALES DE ESTUDIO AL MODELO WEB TRABAJADO

ASPECTO AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL (P)	FUENTE
EMISIONES A LA ATMÓSFERA		
AE-1	Generación de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la construcción de maquinaria y movimientos de vehículos	El volumen de material excavado por m ² de superficie de suelo C +0,3 N (m ³ /m ²), donde C = 1,2 cuando se necesita maquinaria especial, de lo contrario C =1.0 y N es el número de generadores de energía
AE-2	La emisión de compuestos orgánicos volátiles y CFC	pinturas y barnices sintéticos
EMISIONES AL AGUA		
WE-1	Vertido de agua resultante a partir de la ejecución de fundaciones - cimentaciones y retención paredes.	Cantidad de tixotrópico fluido 4 por m ² de superficie de suelo [kg/m ²].
WE-2	Vertido de agua resultante desde el proceso de limpieza de conductos de concreto o vertido de otras necesidades básicas fluidos.	Cantidad de concreto in situ por m ² de superficie de suelo [m ³ /m ²].
WE-3	Vertido de aguas sanitarias resultante de en el lugar instalaciones sanitarias.	Número medio de trabajadores por día.
GENERACIÓN DE RESIDUOS		
WG-1	Generación de excavación material de desecho en movimientos de tierra.	Volumen de excavación Material que termina en los vertederos sitios por m ² de superficie [m ³ /m ²].
WG-2	Generación de residuos municipales perder por en el sitio trabajadores de la construcción.	Número medio trabajadores por día.
WG-3	Generación de residuos inertes.	Superficie [m ²].
WG-4	Generación de ordinario o residuos no especiales (madera, plástico, metal, papel, cartón o vidrio).	Superficie [m ²].
WG-5	Generación de especial (potencialmente peligroso) perder.	Superficie [m ²].
ALTERACIÓN DEL SUELO		
SA-1	Ocupación de la tierra por el edificio, en el lugar provisional instalaciones y almacenamiento áreas.	Ocupación del sitio por m ² de Superficie [m ² /m ²].
SA-2	Uso de lanzamiento concreta agente en la construcción sitio.	El uso de concreto.
SA-3	El uso de agentes de limpieza o líquidos de tratamiento de superficie en el sitio de construcción.	% De frente de cierre de ladrillo.
		% De la superficie de suelo que tiene cerámica discontinuos y / o superficies de piedra.
SA-4	El dumping derivado del uso y mantenimiento de maquinaria de construcción.	Volumen de excavación material por m ² de superficie de suelo [m ³ /m ²] + 6E-5 · Superficie [m ²].
SA-5	Vertido de agua resultante a partir de la ejecución de fundaciones y retención paredes.	Cantidad de tixotrópico agua por m ² de superficie de suelo [kg/m ²].
SA-6	Vertido de agua resultante desde el proceso de limpieza de conductos de concreto o vertido de otras necesidades básicas fluidos.	Cantidad de concreto por m ² de superficie [m ³ /m ²].
SA-7	Vertido de aguas sanitarias resultante de en el lugar instalaciones sanitarias.	Número medio de trabajadores por día.

CONSUMO DE RECURSOS			
RC-1	El consumo de agua durante el proceso de construcción.	El consumo de agua por cada 5 m2 de superficie [m3/m2].	Declaración de cantidades / presupuesto
RC-2	El consumo de electricidad durante la construcción proceso.	Superficie [m2].	construcción especificaciones / dibujos planos
RC-3	El consumo de combustible durante el proceso de construcción.	Volumen de excavación material por m2 de superficie de suelo $[m^3/m^2] \cdot C + 0,3 \cdot N$; donde $C = 1,2$ especial cuando se necesita maquinaria, de otro modo $C = 1,0$ y N es el número de generadores de energía.	Declaración de cantidades / presupuesto
RC-4	Las materias primas consumo durante el proceso de construcción.	Peso 6 de forjados, fundaciones, fachadas, tabiques, pavimentos y techos por m2 de superficie [kg/m2].	Declaración de cantidades / presupuesto
TEMAS LOCALES			
LT-1	Las operaciones que causan suciedad en la construcción entradas del sitio.	Superficie [m2].	construcción especificaciones / dibujos – planos
LT-2	Alteración del paisaje por la presencia de singular elementos (maquinarias).	Número de maquinarias.	construcción especificaciones / Estado de mediciones
CUESTIONES DE TRANSPORTE			
T-1	Incremento de tráfico en la carretera debido a la construcción transportes sitio.	Superficie [m2].	construcción especificaciones / dibujos – planos
T-2	La interferencia externa en el tráfico por vías - carretera, debido al sitio de construcción.	Número de cortes de tráfico en periodos que no son instantáneas de tiempo.	Salud y plan de seguridad / expediente técnico
EFFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD			
B-1	Operaciones con vegetación eliminación (preparación del terreno).	Ocupación del sitio por m2 de Superficie [m2/m2].	construcción especificaciones / dibujos – planos
B-2	Operaciones con pérdidas de edáficas (suelos sitio preparación).	Ocupación del sitio por m2 de Superficie [m2/m2].	construcción especificaciones / dibujos – planos
B-3	Operaciones con alta potencial de la erosión del suelo (suelos no protegidos como consecuencia de movimientos de tierra).	Ocupación del sitio por m2 de Superficie [m2/m2].	construcción especificaciones / dibujos – planos
B-4	Apertura de emplazamiento de la obra entradas con suelo compactación.	Longitud de la entrada de la sitio [m].	construcción especificaciones / dibujos – planos
B-5	La interceptación de cauces, integración de los lechos de los ríos en el desarrollo, el agua canalización y corriente corte de agua.	Número de puntos de contacto con el lecho de los ríos.	Dibujos – planos / geotécnica estudio

Fuente: adaptado de Gangolells 2009.

Los indicadores desarrollados se centran principalmente en la evaluación del desempeño ambiental de las obras de construcción y sus correspondientes procesos y operaciones. Sin embargo, la fase de diseño se incluye también, debido a su importancia en el rendimiento global del medio ambiente del proyecto.

Con el fin de evaluar la magnitud de los aspectos ambientales, se han propuesto indicadores ambientales directos siempre que sea posible, ya que son inequívocos. Por ejemplo, el consumo de agua (en m³) es un buen indicador ambiental directo del aspecto ambiental que se incluye en la categoría de "consumo de recursos". Este parámetro puede ser evaluado sobre la base de la información contenida en la lista de cantidades.

Sin embargo, a veces los indicadores directos no pueden ser utilizados en esta metodología. Según Johnston, Hutchison, and Smith (2000), la metodología pretende valorar la importancia de los aspectos ambientales derivados del proceso de la construcción de edificios con anticipación (sobre la base de los documentos de los proyectos de construcción), lo que hace que sea mucho más difícil encontrar indicadores ambientales directos cuando no se pueden utilizar, se proponen indicadores indirectos (otros parámetros que se pueden medir en base a los documentos de los proyectos). Por ejemplo, la cantidad de pinturas y barnices sintéticos utilizados en el emplazamiento de la obra (o porcentaje del total) es un buen indicador indirecto de un aspecto ambiental incluido en el. Aunque los indicadores ambientales a veces pueden ser expresados como mediciones directas, la mayoría se expresan como valores relativos (cifras de entrada se hace referencia a m² de superficie de suelo, suponiendo que el área de piso de un edificio como la suma del área de cada piso del edificio medido a la superficie exterior de las paredes exteriores). El uso de indicadores ambientales por m² de superficie de suelo evita sanciones debido al tamaño de un proyecto de construcción. Por la misma razón, otros indicadores ambientales se expresan como un porcentaje de una cantidad total.

Cuestiones contextuales que se relacionan con la selección del sitio y la ubicación de la construcción, no se han considerado su ubicación, como las zonas urbanas / rurales, población, distancia al centro de las ciudades vecinas u otras áreas de alto riesgo etc. El impacto L-5 (generación de ruido y vibraciones debido a las actividades del sitio) no debe asignarse con la misma importancia en una zona industrial, que en una zona residencial con hospitales o escuelas cercanas. El contexto ecológico también juega un papel importante en el sentido de que una propuesta de desarrollo dentro de un medio ambiente ecológicamente sensible puede considerarse que tiene un impacto más significativo que el desarrollo más extenso ubicado en un entorno más robusto. También se han considerado las características artísticas arqueológicas e históricas. Al evaluar el parámetro de entorno, las disposiciones específicas establecidas en los documentos de los proyectos de construcción para proteger el medio ambiente también se han incluido, como la existencia de impermeables decantación, tanques sépticos o conexión a una red de alcantarillado para el tratamiento de agua de la construcción.

**CUADRO 8.
INDICADORES PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS AFECTACIONES DEL ENTORNO**

ASPECTO AMBIENTAL	MEDIO AMBIENTE		
	EN = 1	EN = 3	EN = 5
AE-1 Generación de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la construcción de maquinaria y movimientos de vehículos	-	-	Todos los casos.
AE-2 La emisión de compuestos orgánicos volátiles y CFC	-	-	Todos los casos.
WE-1 Vertido de agua resultante a partir de la ejecución de fundaciones y retención paredes.	Existencia de una prueba de agua in-situ decantación estanque o un recipiente estanco.	Conexión al sistema de alcantarillado, vertido en el tanque séptico y / o existencia de tratamiento previo.	Vertido directo a la natural o entorno urbano.
WE-2 Vertido de agua resultante desde el proceso de limpieza de conductos de concreto o vertido de otras necesidades básicas fluidos.	Existencia de una prueba de agua in-situ decantación estanque o un recipiente estanco.	Conexión al sistema de alcantarillado, vertido en el tanque séptico y / o existencia de tratamiento previo.	Vertido directo a la natural o entorno urbano.
WE-3 Vertido de aguas sanitarias resultante de en el lugar instalaciones sanitarias.	Conexión al sistema de alcantarillado.	Vertido en el tanque séptico y / o existencia de tratamiento previo.	Vertido directo a la natural o entorno urbano.
WG-1 Generación de excavación material de desecho en movimientos de tierra.	Reutilización o entrega in situ a un gestor autorizado para su reutilización futura o reciclaje.	Entrega a gestor autorizado para su eliminación o entrega futura a un gestor autorizado no estar al tanto del destino final de los residuos.	La gestión de residuos en las instalaciones desconocimiento.
WG-2 Generación de residuos municipales perder por en el sitio trabajadores de la construcción.	Reutilización in situ o selectiva de residuos recogida y entrega a un gestor autorizado para su reutilización futura reciclaje.	Recogida y selectiva de residuos la entrega a un gestor autorizado para su cesión o entrega futura a un gestor autorizado no estar al tanto del destino final de los residuos.	Recogida selectiva de residuos y no la entrega a un gestor autorizado o gestión de los residuos en el lugar desconocimiento.
WG-3 Generación de residuos inertes.	Reutilización in situ o selectiva de residuos recogida y entrega a un gestor autorizado para su reutilización futura o reciclaje.	Recogida y selectiva de residuos la entrega a un gestor autorizado para su cesión o entrega futura a un gestor autorizado no estar al tanto del destino final de los residuos.	Recogida selectiva de residuos y no la entrega a un gestor autorizado o gestión de los residuos en el lugar desconocimiento.
WG-4 Generación de ordinario o residuos no especiales (madera, plástico, metal, papel, cartón o vidrio).	Reutilización in situ o selectiva de residuos recogida y entrega a un gestor autorizado para su reutilización futura reciclaje.	Recogida y selectiva de residuos la entrega a un gestor autorizado para su cesión o entrega futura a un gestor autorizado no estar al tanto del destino final de los residuos.	Recogida selectiva de residuos y no la entrega a un gestor autorizado o gestión de los residuos en el lugar desconocimiento.
WG-5 Generación de especial (potencialmente peligroso) perder.	Recogida y selectiva de residuos entrega a un gestor autorizado.	-	Recogida selectiva de residuos y no la entrega a un gestor autorizado o gestión de los residuos en el lugar desconocimiento.
SA-1 Ocupación de la tierra por el edificio, en el lugar provisional instalaciones y almacenamiento áreas.	El área afectada se coloca dentro de la sitio de construcción perímetro.	El área afectada se coloca fuera el sitio de construcción perímetro.	Las áreas con protección legal o de otra áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.

SA-2	Uso de lanzamiento concreta agente en la construcción sitio.	Las zonas urbanas, parques industriales y grandes áreas impermeabilizadas.	Zonas rurales no protegidas fuera de los cursos de agua.	Las zonas rurales cercanas a cursos de agua, áreas con protección legal o de otras áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
SA-3	El uso de agentes de limpieza o líquidos de tratamiento de superficie en el sitio de construcción.	Las zonas urbanas, parques industriales y grandes áreas impermeabilizadas.	Zonas rurales no protegidas fuera de los cursos de agua.	Las zonas rurales cercanas a cursos de agua, áreas con protección legal o de otras áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
SA-4	El dumping derivado del uso y mantenimiento de maquinaria de construcción.	Las zonas urbanas, parques industriales y grandes áreas impermeabilizadas.	Zonas rurales no protegidas fuera de los cursos de agua.	Las zonas rurales cercanas a cursos de agua, áreas con protección legal o de otras áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
SA-5	Vertido de agua resultante a partir de la ejecución de fundaciones y retención paredes.	Las zonas urbanas, parques industriales y grandes áreas impermeabilizadas.	Zonas rurales no protegidas fuera de los cursos de agua.	Las zonas rurales cercanas a cursos de agua, áreas con protección legal o de otras áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
SA-6	Vertido de agua resultante desde el proceso de limpieza de conductos de concreto o vertido de otras necesidades básicas fluidos.	Las zonas urbanas, parques industriales y grandes áreas impermeabilizadas.	Zonas rurales no protegidas fuera de los cursos de agua.	Las zonas rurales cercanas a cursos de agua, áreas con protección legal o de otras áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
SA-7	Vertido de aguas sanitarias resultante de en el lugar instalaciones sanitarias.	Las zonas urbanas, parques industriales y grandes áreas impermeabilizadas.	Zonas rurales no protegidas fuera de los cursos de agua.	Las zonas rurales cercanas a cursos de agua, áreas con protección legal o de otras áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
RC-1	El consumo de agua durante el proceso de construcción.	El uso de agua de lluvia o agua de la red de agua.	El uso de agua de ríos o pozos.	El uso de agua de ríos o pozos en sequía zonas afectadas.
RC-2	El consumo de electricidad durante la construcción proceso.	El uso de electricidad de la electricidad red.	-	El uso de generadores de energía.
RC-3	El consumo de combustible durante el proceso de construcción.	-	-	Todos los casos
RC-4	Las materias primas consumo durante el proceso de construcción.	El contenido reciclado de las materias primas hasta al 50%.	El contenido reciclado de materias primas que van de 5 a 50%.	Reciclado de materias primas contenido no planificada o no existencia de información sobre el mismo.

LT-1	Las operaciones que causan suciedad en la construcción entradas del sitio.	La construcción del sitio se encuentra en baja vías de tráfico.	Obra de construcción ubicado en media / alta carreteras de tráfico.	Obra de construcción ubicada en el área urbana zona.
LT-2	Alteración del paisaje por la presencia de singular elementos (maquinarias).	Casco urbano sin inmediata edificios histórico-artísticos.	Las zonas rurales no están registrados como área de especial interés.	Las zonas urbanas con inmediata histórico-artístico edificios, zonas de legal protección u otras áreas que, debido a su singularidad (es decir, natural, arqueológicos ...), debe ser especialmente protegida.
T-1	Incremento de tráfico en la carretera debido a la construcción transportes sitio.	La construcción del sitio se encuentra en baja vías de tráfico.	Obra de construcción ubicado en carreteras de tráfico medio / alto, en su espacio libre para la circulación de vehículos es más de 2,75 m en carreteras de un solo sentido, o 6 m en vías de dos sentidos.	Obra de construcción ubicado en carretera de densidad media / alta, donde espacio libre para la circulación de vehículos es inferior a 2,75 m en una forma carreteras o inferior a 6 m de dos vías carreteras.
T-2	La interferencia externa en el tráfico por carretera, debido al sitio de construcción.	La construcción del sitio se encuentra en baja vías de tráfico.	-	Obra de construcción ubicada en carreteras de tráfico medio / alto
B-1	Operaciones con vegetación eliminación (preparación del terreno).	El área afectada se coloca dentro de la sitio de construcción o el perímetro área afectada se coloca fuera de la sitio de construcción perímetro cada vez no hay vegetación.	El área afectada se coloca fuera el sitio de construcción perímetro cada vez que se llena de vegetación.	Las áreas con protección legal o de otra áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
B-2	Operaciones con pérdidas de edáficas (suelos sitio preparación).	El área afectada se coloca dentro de la sitio de construcción o el perímetro área afectada se coloca fuera de la sitio de construcción perímetro cada vez no hay suelo edáfico.	El área afectada se coloca fuera el sitio de construcción perímetro cuando todavía hay suelo edáfico.	Las áreas con protección legal o de otra áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
B-3	Operaciones con alta potencial de la erosión del suelo (suelos no protegidos como consecuencia de movimientos de tierra).	El área afectada se coloca dentro de la sitio de construcción perímetro.	El área afectada se coloca fuera el sitio de construcción perímetro.	Las áreas con protección legal o de otra áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
B-4	Apertura de emplazamiento de la obra entradas con suelo compactación.	El área afectada se coloca dentro de la sitio de construcción perímetro.	El área afectada se coloca fuera del sitio de construcción perímetro.	Las áreas con protección legal o de otra áreas que, debido a su singularidad (es decir natural, arqueológico ...), debe ser especialmente protegido.
B-5	La interceptación de cauces, integración de los lechos de los ríos en el desarrollo, el agua canalización y corriente corte de agua.	Existencia de canalización artificial o inexistencia de cauces naturales.	Cauces naturales en no protegida áreas.	Cauces naturales en zonas con legal protección o en otras áreas que, debido a su singularidad (es decir, natural, arqueológicos ...), debe ser especialmente protegida.

Fuente: elaboración propia

3.8.2. Obtención de los límites de significación

Es la línea base para la evaluación del desempeño, es un "típico" o "medio" y, como tales, el reconocimiento se da por resultados mejores de lo "industria norma" (Cole, 1999). Por lo tanto, se caracterizó los niveles de rendimiento actuales en los proyectos. Un análisis estadístico de varios de los 25 proyectos de construcción permitió definir los niveles de referencia explícitos para todos los indicadores relacionados con los impactos ambientales. El análisis estadístico de los indicadores cuantitativos de los proyectos, proporcionando una base para la puntuación de rendimiento que pudiera derivarse.

Por lo tanto, los límites numéricos para el dominio del medio ambiente (entre impactos no existentes, impactos no significativos, impactos medianamente significativos e impactos muy significativos). Aunque la mayoría de los indicadores cuantitativos fueron replicados con una distribución normal, la función de densidad de probabilidad de la distribución log-normal adecuado algunos indicadores, muestra la distribución estimada para cada uno de los indicadores cuantitativos considerados en este análisis, así como los medios y las desviaciones estándar de las distribuciones correspondientes.

Como punto de partida, se consideró que una alta proporción de los proyectos de construcción implica un impacto ambiental medianamente importante. Para establecer los límites superior e inferior para medianamente significativas de los impactos ambientales, un intervalo de confianza del 68% [$\mu - \sigma$, $\mu + \sigma$] se calculó para cada indicador. Por lo tanto, si un indicador ambiental es menor que $\mu - \sigma$, el aspecto ambiental se considera no significativo. Sin embargo, si el indicador del medio ambiente es más alta que $\mu + \sigma$, el aspecto ambiental se considera

extremadamente significativa. Los indicadores ambientales dentro de $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$ se consideran medianamente significativo. De la misma manera, si un indicador de seguridad fue menor que $\mu - \sigma$ para un proyecto de construcción particular, esta metodología es cuantitativa. Los límites de la significación de los indicadores expresados en términos cualitativos como indicadores de SA-2 (uso de agente de liberación de concreto en la obra), L-5 (generación de ruido y vibraciones debido a las actividades del sitio), se obtuvieron a partir de experiencias anteriores, dando mayor cuidado y precisión a la descripción de las escalas de evaluación.

3.8.3. Determinación de la importancia de los impactos ambientales.

La importancia de un impacto ambiental en relación con el proceso de construcción en un proyecto de construcción particular, se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$SG_{Ej} = MG_j \times EN_j$$

Donde:

- SG_{Ej} indica la importancia de j impacto ambiental particular, en un proyecto de construcción específica.
- MG_j denota la magnitud del impacto, se supone que es 0 (impacto nulo), 1 (impacto no significativo), 3 (medianamente impacto significativo) o 5 (impacto muy significativo).
- EN_j corresponde a la sensibilidad del medio ambiente, que van desde 1 (medio ambiente no sensible), 3 (medio ambiente medianamente sensible) a 5 (entorno extremadamente sensible).

Si los documentos de un proyecto de construcción carecen de la información necesaria para realizar una evaluación satisfactoria de un cierto aspecto del medio ambiente, la magnitud del impacto ambiental se clasifica automáticamente como extremadamente significativo ($MG_j = 5$) o el parámetro de entorno se supone que es extremadamente sensible ($EN_j = 5$).

El establecimiento de la aceptabilidad de un potencial impacto ambiental o riesgo para la seguridad, supone la definición de un umbral o criterio cuantitativo. En este caso, después de realizar la evaluación, el significado de cualquier impacto ambiental resulta ser mayor que 9, se deben tomar medidas para eliminar o reducir ese impacto o riesgo. Este límite es el resultado de considerar una situación intermedia, tanto para el dominio del medio ambiente (un impacto medianamente significativo en un entorno medianamente sensible). Acciones para eliminar o reducir un impacto podrían incluir el abandono del proyecto, en parte o en su totalidad, a partir de un proceso de re-diseño o la prestación de una serie de procedimientos para mitigar los impactos ambientales adversos o riesgos de seguridad que pueden ser implementados en la ejecución de la construcción. Un marco para los niveles de aceptabilidad se proporciona en la tabla siguiente:

**CUADRO 9.
EL NIVEL DE ACEPTABILIDAD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

NIVEL DE ACEPTACIÓN	SIGNIFICADO	LAS ACCIONES QUE SE DEBEN TOMAR
Inaceptable	$SG_{Ej} > 9$	Abandonar proyecto en parte o en su totalidad.
	$SG_{Ej} > 9$	Rediseño del proyecto para evitar impactos ambientales. Proporcionar instrucciones en el sitio para ser implementadas durante las actividades de construcción en el sitio.
Aceptable	$SG_{Ej} \leq 9$	Según el caso, los impactos pueden ser aceptables si las medidas de mitigación y controles operacionales se apliquen adecuadamente.

Fuente: Tesis Doctoral. Marta Gangoellis Solanellas 2010 ³

La metodología evalúa el nivel de impacto ambiental global de un proyecto de construcción como se muestra en el cuadro 5, evaluada por la expresión siguiente.

$$R_E = \sum_{j=1}^n \sum SG_{Ej}$$

Donde R_E es el nivel de impacto ambiental global de un proyecto de construcción y SG_{Ej} designa el significado de un j impacto ambiental particular en un proyecto de construcción específico.

Obviamente, el proyecto de construcción del más alto costo es el proyecto con el impacto ambiental más significativo que se verá en los resultados obtenidos para el presente proyecto.

³ Marta Gangoellis Solanellas, doctoral thesis, contributions to the implementation of integrated environmental and health and safety management systems in construction companies - 2010

3.9. SISTEMA DE EJECUCIÓN BASADO EN LA WEB

El proceso de evaluación de un proyecto de construcción utilizando la metodología presentada, puede implicar una gran cantidad de tiempo. Con el fin de reducir el tiempo dedicado a la evaluación de cada proyecto de construcción, una herramienta de aplicación basada en la web ha sido desarrollada.

La interface basada en la web se accede a través del dominio de Internet <https://gric.upc.es/integracio/> electrónico (nombre de usuario: tesis, contraseña: GANGOLELLS; papel: diseñador).

La función de registro de usuario sirve como un mecanismo de control de acceso que evita que usuarios no autorizados puedan penetrar y / o recuperar datos sensibles. El control de acceso basado en roles distingue diferentes derechos de acceso. En este caso, los roles predefinidos son los diseñadores y jefes de obra (o de otras personas de la empresa de construcción que intervienen en el medio ambiente en las instalaciones y la gestión de salud y seguridad). Después de acceder al sistema, los dos papeles tendrán las mismas posibilidades, excepto para el acceso al navegador radial, que sólo será accesible para los administradores de sitios.

El sistema basado en la web incluye tres módulos principales. El primero de ellos está dedicado a la recolección y registro de datos, el segundo lleva a cabo los cálculos de los indicadores y el tercero muestra los resultados obtenidos, lo que permite su análisis, mostrando gráficos de distribución.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

El enfoque utilizado para validar la efectividad de la metodología se basa en cuatro etapas (Figura N° 16). La primera incluye la validación de la metodología conceptual, que se centra en el análisis de los objetivos, el alcance de las hipótesis y los resultados de la metodología. La segunda etapa es la validación de datos, que consiste en la evaluación de los datos utilizando, adecuados, precisos, consistentes y completos. La tercera etapa consiste en la verificación metodología computarizada y aborda temas como la programación de computadoras y la correcta aplicación de la metodología conceptual. Por último, la cuarta etapa incluye la validación operativa, que se ocupa de la determinación de la salida de la metodología utilizada con la precisión requerida.

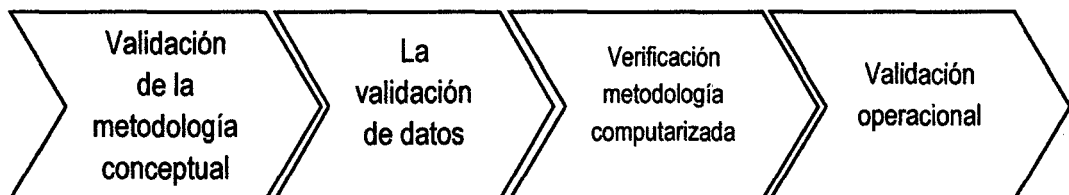


Figura 20. Verificación y validación de la metodología.

Fuente: Sargent, Robert G. "Validation and verification of simulation models"

4.1.1. Validación metodología conceptual.

Según Sargent (2004), la validación de la metodología conceptual es determinar que las teorías e hipótesis subyacentes a la metodología conceptual utilizada son correctas y razonables para el uso previsto en los métodos utilizados.

La metodología desarrollada se ha publicado en la revista científica "Construcción y el Medio Ambiente", desarrollada por (Gangoells *et al.*, 2009) y ha sido aceptada luego para su publicación en la Revista de Investigación de Seguridad. Incluye un proceso previo de revisión y se puede afirmar que ha sido examinada y analizada. Por lo tanto, se puede confirmar que la metodología conceptual utilizada en términos de objetivos, el alcance de las hipótesis y productos se considera razonable y correcto.

4.1.2. Validación de datos

Según Sargent (1998), la validación de datos se puede definir como el hecho de asegurar que los datos sean aquellos que son necesarios para el desarrollo de la metodología, de modo que la evaluación y las pruebas sean adecuadas y correctas. Por lo tanto, la validación de datos abarca cuestiones referidos a la calidad y los parámetros de datos de calibración que son dependientes en cuanto a ser completos, adecuados, precisos y consistentes según requerimiento del software Web.

Para el caso de la presente investigación, la construcción adecuada de la metodología implicó solo el uso de los datos disponibles en los documentos de los proyectos de construcción (expediente técnico – presupuesto y metrados), como el desarrollo de indicadores y en particular, la formulación de los límites de

significación que se basan en el análisis estadístico de los proyectos de construcción de nuevo inicios reales.

4.1.3. Verificación metodología computarizada

La verificación es típicamente visto como la prueba sistemática de sistemas de software para encontrar y corregir errores (East, Kirby, & Liu, 2008). Por lo tanto, la verificación metodología computarizado asegura que la programación de la computadora y la aplicación de la metodología conceptual son correctas (Sargent, 2005).

Después de que el software fue desarrollado e implementado, la herramienta de aplicación basada en la web, se ha probado para la corrección y exactitud por el desarrollador del programa. La metodología computarizada se llevó a cabo en diferentes condiciones y los valores resultantes se utilizaron para determinar si el programa de ordenador y su aplicación eran correctas (Gangoellis *et al.*, 2009).

4.1.4. Validación Operacional

Según Sargent (2004), la validez operativa se refiere a la determinación de que el comportamiento de salida de la metodología tiene la precisión requerida para la finalidad prevista o aplicabilidad de la metodología.

El atributo importante que afecta a la validez operativa es si el sistema original es observable, donde observable significa que es posible recopilar datos sobre el comportamiento de funcionamiento del sistema (Sargent, 2004). En este sentido, y de acuerdo a East *et al.* (2008), una de las mayores dificultades en la investigación de la construcción es la falta de casos de prueba en la que los resultados de la investigación pueden ser verificados y validados.

4.2. RESULTADOS

Los resultados muestran que los datos utilizados documentan con suficiencia las hipótesis planteadas bajo un enfoque empírico.

HIPÓTESIS 1 y 2. La relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones y la calidad de ejecución de la obra, es directa, de acuerdo a una producción Limpia y sostenible

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Los Impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones no guardan una relación directa con la calidad de ejecución de la obra con respecto a una producción limpia y sostenible.

$$H_o : \mu_1 = \mu_2$$

Los Impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones si guardan una relación directa con la calidad de ejecución de la obra con respecto a una producción limpia y sostenible.

Dónde:

μ_1 = Impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones; relación directa con la calidad de ejecución de la obra

μ_2 = La calidad de los procesos constructivos de una obra está relacionada con una producción limpia y sostenible.

Para el análisis de los resultados, se consideró que una alta proporción de los proyectos de construcción implica un impacto ambiental medianamente importante. Para establecer los límites superior e inferior para impactos ambientales medianamente significativas, se establece calcular un intervalo de confianza del 68% $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$ para cada indicador. Por lo tanto, si un indicador ambiental es menor que $\mu - \sigma$, el aspecto ambiental se considera no

significativo. Sin embargo, si el indicador del medio ambiente es más alto que $\mu + \sigma$, el aspecto ambiental se considera altamente significativa. Los indicadores ambientales dentro de $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$ se consideran medianamente significativa. De la misma manera, si un indicador de seguridad fue menor que $\mu - \sigma$ para un proyecto de construcción particular se considera no significativa, en todo caso, la metodología aplicada es cuantitativa. Los límites de la significación de los indicadores expresados en términos cualitativos como indicadores de SA-2 (uso de agente de liberación de concreto en la obra), L-5 (generación de ruido y vibraciones debido a las actividades del sitio), ET- 1 (lesiones causadas por la exposición a temperaturas extremas) y CO-2 (lesiones por quedar atrapado en o entre objetos durante las operaciones de demolición pequeñas) se obtuvieron a partir de experiencias anteriores, concediendo mayor cuidado y precisión a la descripción de las escalas de evaluación. Mediante el cálculo de los valores de la probabilidad de R^2 es posible rechazar, la hipótesis nula y validar la hipótesis alterna.

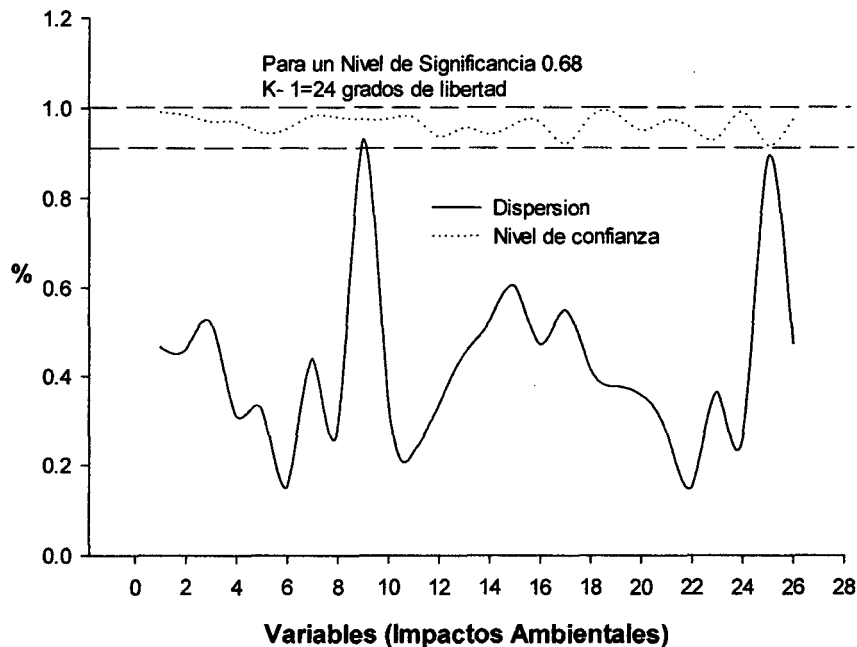


Figura 21. Muestra el grado de distribución y el nivel de confianza del modelo Web. Que es aceptable.

CUADRO 10.
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE MAGNITUD RELACIONADA CON EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN –
INTERVALOS DE CONFIANZA

ASPECTO AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL (P)	FUENTE	MG ^a =0	MG ^a =1	MG ^a =3	MG ^a =5	
EMISIONES A LA ATMÓSFERA							
AE-1	Generación de emisiones de gases de efecto invernadero debido a la construcción de maquinaria y movimientos de vehículos	El volumen de material excavado por m2 de superficie de suelo C +0,3 N (m3/m2), donde C = 1,2 cuando se necesita maquinaria especial, de lo contrario C =1.0 y N es el número de generadores de energía	Estado de mediciones /presupuesto /estudio geotécnico	P = 0.0000	0.0000 < P < 0.3230	0.3230 ≤ P < 2.7601	P ≥ 2.7601
AE-2	La emisión de compuestos orgánicos volátiles y CFC	pinturas y barnices sintéticos		P = 0.0000	0.0000 < P < 5.1511	5.1511 ≤ P < 43.0626	P ≥ 43.0626
EMISIONES AL AGUA							
WE-1	Vertido de agua resultante a partir de la ejecución de fundaciones - cimentaciones y retención paredes.	Cantidad de tixotrópico fluido 4 por m2 de superficie de suelo [kg/m2].	Declaración de cantidades / presupuesto	P = 0.0000	-	-	-
WE-2	Vertido de agua resultante desde el proceso de limpieza de conductos de concreto o vertido de otras necesidades básicas fluidos.	Cantidad de concreto in situ por m2 de superficie de suelo [m3/m2].	Declaración de cantidades / presupuesto	P = 0.0000	0.0000 < P < 0.8891	0.8891 ≤ P < 1.1209	P < 1.1209 P ≥ 1.1209
WE-3	Vertido de aguas sanitarias resultante de en el lugar instalaciones sanitarias.	Número medio de trabajadores por día.	Salud y plan de seguridad	-	0 < P < 6	6 ≤ P < 13	P ≥ 13
GENERACIÓN DE RESIDUOS							
WG-1	Generación de excavación material de desecho en movimientos de tierra.	Volumen de excavación Material que termina en los vertederos sitios por m2 de superficie [m3/m2].	Declaración de cantidades / presupuesto	P = 0.0000	P < 0.2851	0.2851 ≤ P < 3.1400	P ≥ 3.1400
WG-2	Generación de residuos municipales perder por en el sitio trabajadores de la construcción.	Número medio o trabajadores por día.	Salud y plan de seguridad	-	0 < P < 6	6 ≤ P < 13	P ≥ 13
WG-3	Generación de residuos inertes.	Superficie [m2].	Construcción especificaciones dibujos	-	P < 296.14	296.14 ≤ P < 1,237.37	P ≥ 1,237.37

WG-4	Generación de ordinario o residuos no especiales (madera, plástico, metal, papel, cartón o vidrio).	Superficie [m2].	Construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 296.14	296.14 ≤ P < 1,237.37	P ≥ 1,237.37	
WG-5	Generación de especial (potencialmente peligroso) perder.	Superficie [m2].	Construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 296.14	296.14 ≤ P < 1,237.37	P ≥ 1,237.37	
ALTERACIÓN DEL SUELO									
SA-1	Ocupación de la tierra por el edificio, en el lugar provisional instalaciones y almacenamiento áreas.	Ocupación del sitio por m2 de Superficie [m2/m2].	Construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 0.5661	0.5661 ≤ P < 2.5532	P ≥ 2.5532	
SA-2	Uso de lanzamiento concreta agente en la construcción sitio.	El uso de concreto.	construcción especificaciones dibujos	/	-	Ni la estructura del edificio ni su fachada son de concreto en obra.	La estructura del edificio o la mayor parte de su fachada son de concreto en obra.	La estructura de la construcción y más de sus fachadas son de hecho in situ concreto.	
SA-3	El uso de agentes de limpieza o líquidos de tratamiento de superficie en el sitio de construcción.	% De frente de cierre de ladrillo.	Declaración cantidades presupuesto	de	/	P = 0.00%	0.00% < P < 14.85%	14.85% ≤ P < 76.51%	P ≥ 76.51%
		% De la superficie de suelo que tiene cerámica discontinuos y / o superficies de piedra.	Declaración cantidades presupuesto	de	/	P = 0.00%	0.00% < P < 30.33%	30.33% ≤ P < 60.72%	P ≥ 60.72%
SA-4	El dumping derivado del uso y mantenimiento de maquinaria de construcción.	Volumen de excavación material por m2 de superficie de suelo [m3/m2] + 6E-5 Superficie [m2].	Declaración cantidades presupuesto	de	/	-	P < 0.3640	0.3640 ≤ P < 2.7536	P ≥ 2.7536
SA-5	Vertido de agua resultante a partir de la ejecución de fundaciones y retención paredes.	Cantidad de tixotrópico fluid4 por m2 de superficie de suelo [kg/m2].	Declaración cantidades	de		P = 0	-	-	P ≠ 0
SA-6	Vertido de agua resultante desde el proceso de limpieza de conductos de concreto o vertido de otras necesidades básicas fluidos.	Cantidad de concreto por m2 de superficie [m3/m2].	Declaración cantidades presupuesto	de	/	P = 0.0000	0.0000 < P < 0.8891	0.8891 ≤ P < 1.1209	P ≥ 1.1209
SA-7	Vertido de aguas sanitarias resultante de en el lugar instalaciones sanitarias.	Número medio de trabajadores por día.	Salud y plan de seguridad			-	0 < P < 6	6 ≤ P < 13	P ≥ 13
CONSUMO DE RECURSOS									

RC-1	El consumo de agua durante el proceso de construcción.	El consumo de agua por cada 5 m ² de superficie [m ³ /m ²].	Declaración de cantidades presupuestado	/	-	P < 0.0592	0.0592 ≤ P < 0.1272	P ≥ 0.1272	
RC-2	El consumo de electricidad durante la construcción proceso.	Superficie [m ²].	construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 296.14	296.14 ≤ P < 1,237.37	P ≥ 1,237.37	
RC-3	El consumo de combustible durante el proceso de construcción.	Volumen de excavación material por m ² de superficie de suelo [m ³ /m ²] · C + 0,3 · N; donde C = 1,2 especial cuando se necesita maquinaria, de otro modo C = 1,0 y N es el número de generadores de energía.	Declaración de cantidades presupuestado	/	P = 0.0000	0.0000 < P < 0.3230	0.3230 ≤ P < 2.7601	P ≥ 2.7601	
RC-4	Las materias primas consumo durante el proceso de construcción.	Peso 6 de forjados, fundaciones, fachadas, tabiques, pavimentos y techos por m ² de superficie [kg/m ²].	Declaración de cantidades presupuestado	/	-	P < 1,011.4	1,011.4 ≤ P < 2,530.6	P ≥ 2,530.6	
TEMAS LOCALES									
LT-1	Las operaciones que causan suciedad en la construcción entradas del sitio.	Superficie [m ²].	construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 296.14	296.14 ≤ P < 1,237.37	P ≥ 1,237.37	
LT-2	Alteración del paisaje por la presencia de singular elementos (maquinarias).	Número de maquinarias.	construcción especificaciones Estado de mediciones	/	P = 0	-	P < 1	-	
CUESTIONES DE TRANSPORTE									
T-1	Incremento de tráfico en la carretera debido a la construcción transportes sitio.	Superficie [m ²].	construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 296.14	296.14 ≤ P < 1,237.37	P ≥ 1,237.37	
T-2	La interferencia externa en el tráfico por vías -carretera, debido al sitio de construcción.	Número de cortes de tráfico en periodos que no son instantáneas de tiempo.	Salud y plan de seguridad expediente técnico	/	P = 0	0 < P < 4	4 ≤ P < 15	P ≥ 15	
EFFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD									
B-1	Operaciones con vegetación eliminación (preparación del terreno).	Ocupación del sitio por m ² de Superficie [m ² /m ²].	construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 0.5661	0.5661 ≤ P < 2.5532	P ≥ 2.5532	
B-2	Operaciones con pérdidas de edáficas (suelos sitio preparación).	Ocupación del sitio por m ² de Superficie [m ² /m ²].	construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 0.5661	0.5661 ≤ P < 2.5532	P ≥ 2.5532	

B-3	Operaciones con alta potencial de la erosión del suelo (suelos no protegidos como consecuencia de movimientos de tierra).	Ocupación del sitio por m ² de Superficie [m ² /m ²].	construcción especificaciones dibujos	/	-	P < 0.5661	0.5661 ≤ P < 2.5532	P ≥ 2.5532
B-4	Apertura de emplazamiento de la obra entradas con suelo compactación.	Longitud de la entrada del sitio [m].	construcción especificaciones dibujos	/	P = 0	P < 500	500 ≤ P < 3,000	P ≥ 3,000
B-5	La interceptación de cauces, integración de los lechos de los ríos en el desarrollo, el agua canalización y corriente corte de agua.	Número de puntos de contacto con el lecho de los ríos.	Dibujos geotécnica estudiar	/	P = 0	P = 1	P = 2	P > 2

¹ MG: Magnitud del impacto ambiental.

² P: Indicador medioambiental. Los valores de p corresponde a los datos cuantitativos disponibles en los documentos de proyectos (expediente tecnico).

³ Consumo de agua [m³] = 0,2 • Ce + 0.6 • G + 0,1 • Co; donde Ce = cantidad de cemento [m³], G = cantidad de yeso [m³] y Co = cantidad de hormigón [m³].

De lo contrario, el consumo de agua [m³] = 0,2 • a • Aw + 0.00882 • Ag + 0,1 • Co; donde

= 0,21 en muros de mampostería, 0.01 en tabiques gruesos, 0.004 en las paredes de partición, Aw

= área de la pared [m²], Área de la pared entucida Ag = [m²] y Co = cantidad de hormigón [m³].

⁴ Peso [kg]: 2500 • Co + 150 • Af + 225 • Aw, donde Co = cantidad de hormigón [m³], Af = Superficie [m²] y Aw = área de la pared [m²].

Para el análisis y discusión de los resultados se establece una relación de causa efecto considerando la **ejecución de las partidas correspondientes de una edificación** la misma que relaciona los impactos ambientales, asumiendo la aproximación teórica de la producción limpia y sostenible, se han seleccionado las variables representativas que conllevan a una relación de **causa efecto**, estableciéndose de esta manera como variable de análisis, los impactos ambientales en los procesos constructivos, la misma que relaciona a variables causales e independientes (cuadro 12), tales como el nivel de contaminación al aire, agua, suelo, en los social, transporte y otros. La relación establecida recoge las definiciones teóricas de impacto ambiental en el proceso de ejecución de obras. Todo ello permite establecer una relación ecuacional de causa efecto, denotándose las variables como se describe a continuación.

- Y_n : Variable dependiente (variable endógena o explicada), que representa la calidad de ejecución de la obra.
- $X_{n1}, X_{n2} \dots X_{n25}$: Variable Independiente (variables exógenas o explicativas). Se detallan en el cuadro 12. Nivel de significancia.

Reflejando de esta manera una relación uni-ecuacional, que permitirá realizar el análisis de comportamiento de variables, todo ello utilizando una regresión econométrica, en función a las variables establecidas, en la Web.

MODELO DE REGRESIÓN

Ecuación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{01} + \beta_2 X_{02} + \beta_3 X_{03} + \beta_4 X_{04} + \beta_5 X_{05} + \beta_6 X_{06} + \beta_7 X_{07} + \beta_8 X_{08} \\ + \beta_9 X_{09} + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} \\ + \beta_{15} X_{15} + \beta_{16} X_{16} + \beta_{17} X_{17} + \beta_{18} X_{18} + \beta_{19} X_{19} + \beta_{20} X_{20} + e_0$$

Dónde:

Y : Procesos constructivos

X: Variables ique explican el comportamiento del impacto ambiental

β_i : Paramtro de medición.

e_i : variable estocastica, recoge los errores u omisiones en el modelo planteado

En la metodología utilizada en el presente trabajo, se explicó la determinación de los impactos ambientales en un modelo Web. Con resultados que se presentan en los cuadro 11 y 12.

CUADRO 11.
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES CUANTITATIVOS

Indicador	Tipo Estimación	Media	Desviación estándar	R²	Límite inferior	Límite superior
Volumen de material excavado por m2. de superficie [m3/m2] • C + 0,3 • N.	Log-normal	-0.025	0.4659	0.9911	0.3230	2.7601
Porcentaje De pinturas y barnices sintéticos.	Log-normal	-1.1730	0.4611	0.9843	5.1511	43.0626
Cantidad de concreto por m2 de suelo área [m3/m2].	Gaussian	1.005	0.1159	0.9814	0.8891	1.1209
El volumen de material excavado que termina en los vertederos por m2 de suelo área [m3/m2].	Log-normal	0.025	0.5210	0.9699	0.2851	3.1400
Superficie [m2].	Log-normal	2.7820	0.3105	0.9690	296.14	1,237.37
Ocupación del sitio por m2 de superficie de suelo [m2/m2].	Log-normal	0.080	0.3271	0.9457	0.5661	2.5532
Porcentaje De frente de cierre de ladrillo.	Gaussian	0.4568	0.3083	0.9389	14.85%	76.51%
Porcentaje De la superficie de suelo que tiene cerámica discontinuos y / o superficies de piedra.	Log-normal	-0.3670	0.1507	0.9546	30.33%	60.72%
Volumen de material excavado por m2 de superficie de suelo [m3/m2] + 6E-5 • Superficie.	Log-normal	0.0005	0.4394	0.9829	0.3640	2.7536
Consumo de agua por m2 de superficie de suelo [m3/m2].	Gaussian	0.093	0.0340	0.9643	0.0592	0.1272
Peso de los forjados, cimientos, fachadas, tabiques, pavimentos y techos por m2 de superficie [kg/m2].	Gaussian	1771.0	759.6	0.9362	1011.4	2,530.6
Perímetro total con un desnivel de más de 20 cm durante la demolición, movimientos de tierra o fases de cimentación por m2 de área de ocupación del sitio [m/m2].	Log-normal	-0.0924	0.2763	0.9793	0.4279	1.5269
Perímetro total de pisos más 20 cm de alto (desde el nivel cero), además de parapetos perimetrales techo plus perímetro de agujeros que miden más de 0,40 m2 por m2 de superficie de suelo [m/m2].	Log-normal	-0.8616	0.9304	0.9749	0.0161	1.1715
Perímetro del techo sin paredes limítrofes plus perímetro de agujeros que miden más de 0,40 m2 por m2 de superficie de techo [m/m2].	Gaussian	0.5249	0.1964	0.9251	0.3284	0.7213
Área total de las paredes de partición, más superficie de revestimiento en ellos (parging, yeso, azulejos, pintura, etc) [m2].	Gaussian	1,699.3	588.24	0.9771	1,111.1	2,287.5
Área total de las fachadas más superficie de revestimiento en ellos (parging, revestimiento, pintura, etc) [m2].	Gaussian	578.22	270.27	0.9732	307.94	848.47
Perímetro total de agujeros que miden más de 0,40 m2 y total del perímetro de balcones y sin parapetos por m2 de superficie [m/m2].	Log-normal	-1.0378	0.3451	0.9761	0.0414	0.2029
Número de balcones y ventanas en el edificio [unidades].	Gaussian	11.403	7.2464	0.9621	4	18
Área total de revestimiento de pisos estructurales más superficie total de falsos techos, más superficie total de revestimiento en ellos (parging, yeso, azulejos, pintura, etc) [m2].	Log-normal	2.5879	0.2308	0.9789	227.55	658.67

Ocupación del sitio [m2].	Log-normal	2.1893	0.3334	0.9368	71.765	333.17
Peso de las barras de refuerzo [kg].	Log-normal	3.4912	0.4501	0.9564	1,099.5	8,736.0
Área total de techo [m2].	Gaussian	89.962	54.054	0.9658	35.908	144.02
Volumen de material excavado y / o rellenos [m3].	Log-normal	2.4073	0.5230	0.9415	76.605	851.69
Volumen de concreto en obra [m3].	Gaussian	194.30	119.05	0.9483	75.250	313.34
Área de revestimiento discontinuo fachadas [m2].	Log-normal	1.8364	0.6034	0.9649	17.103	141.34
Área de revestimiento discontinuo en tabiques [m2].	Gaussian	94.175	47.170	0.9774	47.005	275.29
Área del techo falso [m2].	Log-normal	1.6657	0.4712	0.9693	15.65	137.05
Peso de los forjados, cimientos, fachadas, tabiques, suelos y techos [kg].	Gaussian	643,967	333,333	0.9780	310,633	977,300
Peso de los forjados, cimientos, fachadas, tabiques, suelos y techos por m2 de superficie [kg/m2].	Gaussian	1,771.0	759.00	0.9362	1,011.4	2,530.6
Volumen de excavación y / o material de llenado por m2 de ocupación de sitio [m3/m2].	Log-normal	0.2044	0.5495	0.9209	0.4517	5.6733
Volumen de las estructuras de concreto in-situ por m2 de superficie [m3/m2].	Gaussian -	0.5175	0.3798	0.9610	0.1267	0.7284
Volumen de las estructuras de concreto in situ [m3].	Log-normal	1.7558	0.4151	0.9807	21.909	148.22
Volumen de concreto in-situ en los cimientos por m2 de ocupación de sitio [m3/m2].	Log-normal	-0.2900	0.3773	0.9876	0.2151	1.2226
Volumen de concreto in-situ en cimientos de concreto y suelos por m2 de superficie de suelo [m3/m2].	Gaussian	0.1415	0.0638	0.9297	0.0777	0.2052
Volumen de concreto in-situ en cimientos y estructuras [m3].	Log-normal	2.1577	0.3564	0.9507	63.283	326.60
Área total de las fachadas y paredes de partición [m2].	Log-normal	2.8378	0.2736	0.9726	366.58	1,292.5
Porcentaje De frente de cierre de ladrillo.	Gaussian	0.4568	0.3083	0.9389	14.85%	76.51%
Porcentaje De la superficie con cerámica discontinuos y / o superficies de piedra.	Log-normal	-0.3674	0.1507	0.9546	30.33%	60.71%
Área total de tabiques cerámicos [m2].	Log-normal	2.5398	0.3647	0.9317	149.67	802.70
Volumen de concreto in-situ en cimientos de concreto y suelos [m3].	Log-normal	1.6271	0.2604	0.9917	23.268	77.186
Porcentaje De la fachada pintada con pistola.	Gaussian	52.406	30.769	0.9642	21.64%	83.18%
Volumen de mortero [m3].	Log-normal	1.7943	0.8897	0.9168	8.0284	483.04
Peso de pisos estructurales, fundaciones, fachadas, tabiques, suelos y techos por m2 de ocupación de sitio [kg/m2].	Log-normal	6,211.7	3,333.3	0.9731	2,878.3	9,545.0
El volumen de material excavado por m2 de superficie [m3/m2].	Log-normal	-0.076	0.4734	0.9746	0.2824	2.4987

Fuente: resultados del análisis modelo Web – modelo econométrico.

Los resultados del cuadro 11 muestra el nivel de significancia de procesos constructivos. Donde, la excavación es la de mayor significancia con 0.99 de R^2 , debido a la alteración directa del suelo en el área de fundación y el uso de equipos y maquinarias para algunos casos de ejecución. La producción de concreto también tiene un valor de significancia de 0.98 de R^2 . En el proceso constructivo la producción de concreto demanda de material pétreo, hormigón, agua, cemento, y otros insumos menores, y depende de la forma como se manipula los equipos y/o herramientas.

Los resultados del cuadro 11, denotan una forma de cuantificar el grado de significancia de los impactos ambientales producidos por los procesos constructivos de una obra de edificación. Los resultados que mejor muestran la incidencia y significancia de los impactos ambientales de un proceso constructivo de una obra de edificación está representada en el cuadro 12.

CUADRO 12.
MUESTRA LOS RESULTADOS DEL MODELO WEB-ECONOMÉTRICO. EXPLICA EL GRADO DE SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y LA RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE.

Dependent Variable: Y
 Method: Panel Least Squares
 Date: 12/18/13 Time: 01:49
 Sample: 2 50
 Periods included: 40
 Cross-sections included: 25
 Total panel (balanced) observations: 500

Nº	Procesos Constructivo Mejorado	Producción Limpia	Producción Sostenible	Grado De Relación	Std. Error	Coefficient	
X1	8	13	11	Direct	0.95	0.007949	0.028135
X2	9	13	13	Direct	0.942	0.009802	0.021017
X3	10	14	13	Direct	0.925	0.007997	0.030306
X4	11	15	14	Direct	0.86	0.010151	0.043424
X5	11	16	17	Direct	0.84	0.010101	0.051874
X6	10	12	13	Direct	0.97	0.005986	0.031692
X7	9	12	14	Direct	0.91	0.005525	0.014877
X8	8	12	12	Direct	0.98	0.005363	0.013097
X9	9	14	12	Direct	0.96	0.005471	0.018144
X10	8	13	12	Direct	0.945	0.006589	0.019675
X11	8	13	12	Direct	0.97	0.00513	0.011535
X12	9	11	10	Direct	0.92	0.006347	0.024179
X13	9	11	10	Direct	0.93	0.010145	0.001481
X14	10	15	13	Direct	0.92	0.00715	0.039844
X15	9	13	12	Direct	0.98	0.005889	0.018159
X16	9	11	11	Direct	0.96	0.006953	0.006046
X17	9	11	11	Direct	0.947	0.00593	0.005249
X18	10	13	13	Direct	0.985	0.00652	0.024452
X19	10	13	12	Direct	0.99	0.0033	0.001345
X20	10	12	12	Direct	0.99	0.0012	0.001142

R-squared	0.863991	Mean dependent var	0.229825
Adjusted R-squared	0.833625	S.D. dependent var	0.096522
S.E. of regression	0.051653	Akaike info criterion	-3.016482
Sum squared resid	0.592313	Schwarz criterion	-2.755434
Log likelihood	379.9779	Hannan-Quinn criter.	-2.911299
F-statistic	39.03284	Durbin-Watson stat	1.234462
Prob(F-statistic)	0		

Fuente: resultado de análisis del modelo Web.

X1 OBRAS PROVISIONALES	X11 ZOCALOS
X2 TRABAJOS PRELIMINARES	X12 REVESTIMIENTOS
X3 MOVIMIENTO DE TIERRAS	X13 REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS
X4 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	X14 CARPINTERIA DE MADERA
X5 OBRAS DE CONCRETO ARMADO	X15 CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA
X6 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	X16 CERRAJERIA
X7 REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	X17 VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES
X8 CIELORRASOS	X18 PINTURA
X9 PISOS Y PAVIMENTOS	X19 INSTALACION SANITARIA
X10 CONTRAZOCALOS	X20 INSTALACION ELECTRICA

Validación de los resultados del modelo mediante el R^2 y el Estadístico F. para luego desarrollar la interpretación.

Coefficiente de Determinación R^2 (medida de bondad de ajuste)

El valor de la R^2 es el porcentaje de la varianza de la variable endógena real que es capaz de reproducir el modelo. Se observa que analíticamente la varianza de la endógena real puede descomponerse en la suma de la varianza de la endógena estimada más la del error y se da por supuesto que el objetivo del análisis de regresión es precisamente explicar las variaciones de la variable endógena, parece razonable pensar que a mayor valor de la R^2 mejor ajuste habremos logrado.

De los resultados del cuadro 12, se observa un coeficiente de determinación del modelo equivalente a 0.863991, el mismo que determina el grado de explicación de las variables independientes en un 86.39% sobre la variable dependiente, dando a entender que el nivel de relación de los impactos ambientales respecto a una producción limpia y sostenible es explicada en forma conjunta por el comportamiento de las variables independientes en un 86.39%.

Estadístico F.

Permite establecer la diferencia entre las varianzas condescendiendo a establecer la homogeneidad o heterocedasticidad de las varianzas frente al promedio y validar la explicación relacional del modelo en su conjunto.

Si la probabilidad es "P" menor que 0.05 en general menor que el valor hipotético previsto, para el valor F obtenido, se acepta que la diferencia entre las varianzas es significativa o heterocedásticas, por otro lado si "P" es mayor a 0.05, entonces

las varianzas son estadísticamente iguales u homogéneas, esta última situación da lugar a una menor eficiencia en el estimador del modelo planteado, por lo que en el modelo estimado se obtiene un estadístico F, equivalente a 0.3903, con una probabilidad menor a 0.05; siendo está altamente significativa para validar el modelo planteado, resultado que acepta o rechaza la hipótesis, entonces:

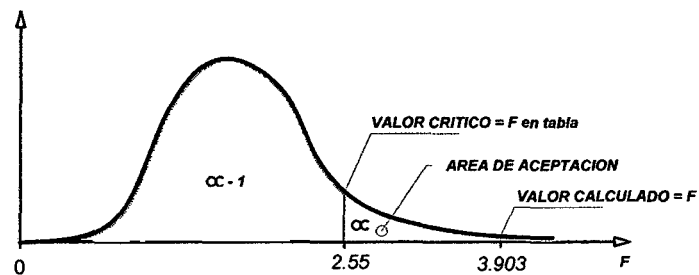
H₀: si es confiable los para metros

H_a: no es confiable los parametros

Para un nivel de Significancia $\alpha = 0.05$ y $K - 1 = 24$ grados de libertad

Si: *Probabilidad F > 0.05* Entonces se rechaza la hipótesis nula

Probabilidad F < 0.05 Entonces se Acepta la hipótesis nula



Dónde:

$F_c < F_t \Rightarrow$ se acepta la Hipotesis nula H_0

$F_c > F_t \Rightarrow$ se rechaza la Hipotesis alterna H_a

Obtenido los valores de la probabilidad de F se rechaza la hipótesis nula y validar la hipótesis alterna.

Los resultados del cuadro 12. Muestra, según la ejecución de las obras, las partidas que generan impacto ambiental, según su significancia (evaluado su magnitud e intensidad) en el orden que muestra la figura N° 22.

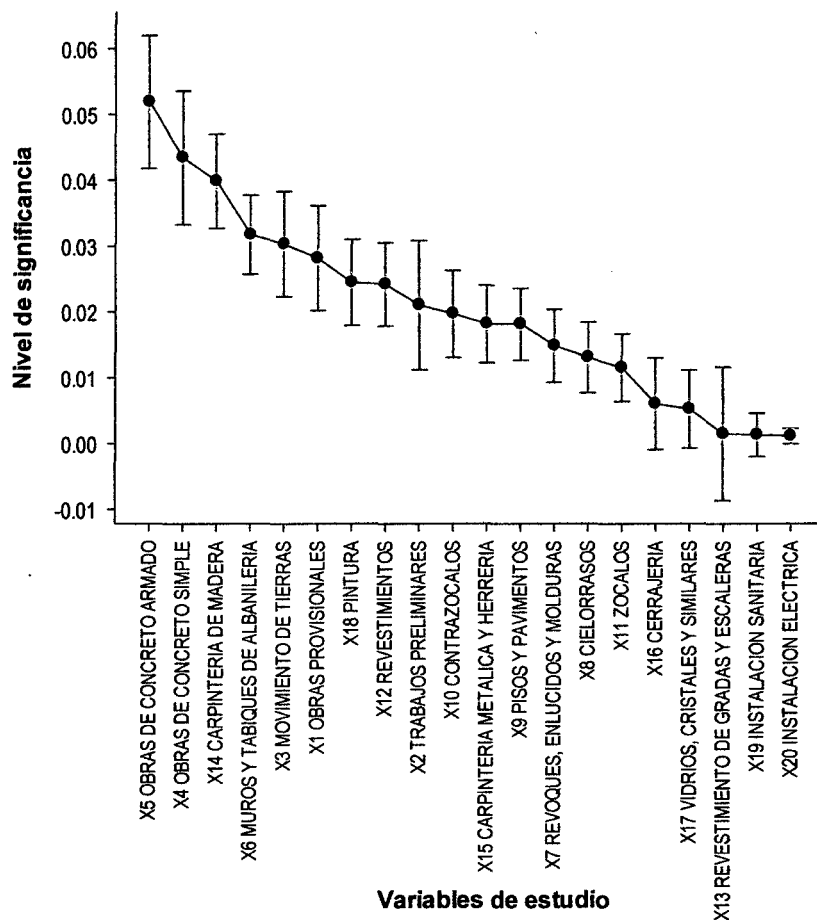


Figura 22. Nivel de incidencia de los procesos constructivos en los impactos ambientales producidos en la ejecución de obras.

Se observa que la partida de mayor impacto ambiental es generada por las obras de concreto armado y concreto simple X5 y X4 respectivamente, de acuerdo a la relación teórica de la producción limpia y sostenible, que genera un impacto ambiental de 5.19% y 4.34% en la ejecución de una obra. Que explica el grado de comportamiento de la contaminación ambiental en su proceso constructivo debido a la generación de todos los impactos (indicadores de estudio) producidos en su ejecución, desmereciendo la calidad del proceso constructivo. Los impactos se producen en la elaboración de acumulación de material pétreo, fabricación de encofrados, preparación del acero, producción de concreto, vaciado y curado. En tales actividades los contaminantes son: contaminación a la atmosfera; emisiones de combustión a la atmosfera, ruido, vibraciones, generación de partículas en suspensión; contaminación del agua, vertido de lechadas de cemento, uso excesivo de agua; contaminación del suelo,

generación problemas en el tránsito, problemas sociales y otros. Siendo los menos significativos X19 y X20 con 0.13% y 0.11% respectivamente, que corresponde a las instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias; debido a que no se cuantifica en estos procesos constructivos impactos considerables en su ejecución, no hay alteración al medio que se cuantifique, como fabricación de materiales para su instalación y funcionamiento u otros. Y se entiende que para todas las partidas tienen el aporte según su significancia, la cual es resumida en al cuadro 13.

**CUADRO 13.
IMPACTO AMBIENTAL DEBIDO A CADA PARTIDA QUE COMPONE LA OBRA.**

VARIABLES DE ESTUDIO – PARTIDAS DE EJECUCIÓN DE OBRAS	SIGNIFICANCIA	APORTA EN LA CONTAMINACIÓN:	DESCRIPCIÓN
X5 OBRAS DE CONCRETO ARMADO	0.051874	5.19%	Genera un impacto ambiental de 5.19%
X4 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	0.043424	4.34%	Genera un impacto ambiental de 4.34%
X14 CARPINTERIA DE MADERA	0.039844	3.98%	Genera un impacto ambiental de 3.98%
X6 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	0.031692	3.17%	Genera un impacto ambiental de 3.17%
X3 MOVIMIENTO DE TIERRAS	0.030306	3.03%	Genera un impacto ambiental de 3.03%
X1 OBRAS PROVISIONALES	0.028135	2.81%	Genera un impacto ambiental de 2.81%
X18 PINTURA	0.024452	2.45%	Genera un impacto ambiental de 2.45%
X12 REVESTIMIENTOS	0.024179	2.42%	Genera un impacto ambiental de 2.42%
X2 TRABAJOS PRELIMINARES	0.021017	2.10%	Genera un impacto ambiental de 2.10%
X10 CONTRAZOCALOS	0.019675	1.97%	Genera un impacto ambiental de 1.97%
X15 CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	0.018159	1.82%	Genera un impacto ambiental de 1.82%
X9 PISOS Y PAVIMENTOS	0.018144	1.81%	Genera un impacto ambiental de 1.81%
X7 REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	0.014877	1.49%	Genera un impacto ambiental de 1.49%
X8 CIELORRASOS	0.013097	1.31%	Genera un impacto ambiental de 1.31%
X11 ZOCALOS	0.011535	1.15%	Genera un impacto ambiental de 1.15%
X16 CERRAJERIA	0.006046	0.60%	Genera un impacto ambiental de 0.60%
X17 VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	0.005249	0.52%	Genera un impacto ambiental de 0.52%
X13 REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS	0.001481	0.15%	Genera un impacto ambiental de 0.15%
X19 INSTALACION SANITARIA	0.001345	0.13%	Genera un impacto ambiental de 0.13%
X20 INSTALACION ELECTRICA	0.001142	0.11%	Genera un impacto ambiental de 0.11%

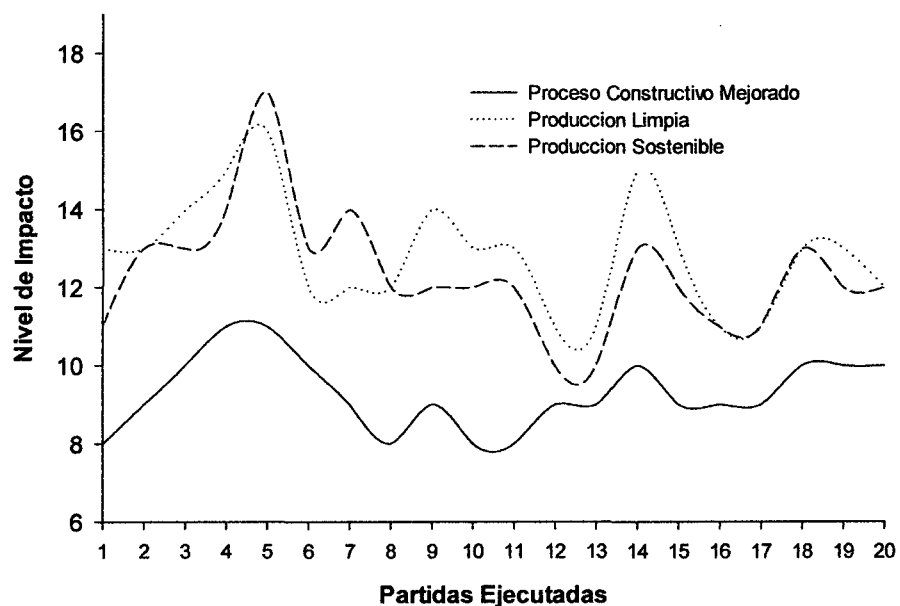
Fuente: Elaboración propia.

Además, los resultados muestran que el grado de relación entre la teoría de la producción limpia y producción sostenible, que estas son directas para todas las

partidas, porque la calidad se deduce del grado de incidencia de cada uno de las partidas en los impactos ambientales de toda la obra, consecuentemente se confirma la hipótesis 1.

De los resultados obtenidos se observan la relación que existe entre un proceso constructivo convencional, respecto a una producción limpia y sostenible.

Sustento en las siguientes figuras:



Partidas Ejecutadas	
X1	OBRAS PROVISIONALES
X2	TRABAJOS PRELIMINARES
X3	MOVIMIENTO DE TIERRAS
X4	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE
X5	OBRAS DE CONCRETO ARMADO
X6	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA
X7	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS
X8	CIELORRASOS
X9	PISOS Y PAVIMENTOS
X10	CONTRAZOCALOS
X11	ZOCALOS
X12	REVESTIMIENTOS
X13	REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS
X14	CARPINTERIA DE MADERA
X15	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA
X16	CERRAJERIA
X17	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES
X18	PINTURA
X19	INSTALACION SANITARIA
X20	INSTALACION ELECTRICA

Figura 23. Analogía de los impactos ambientales en edificaciones generados en sus procesos constructivo versus la producción limpia y sostenible.

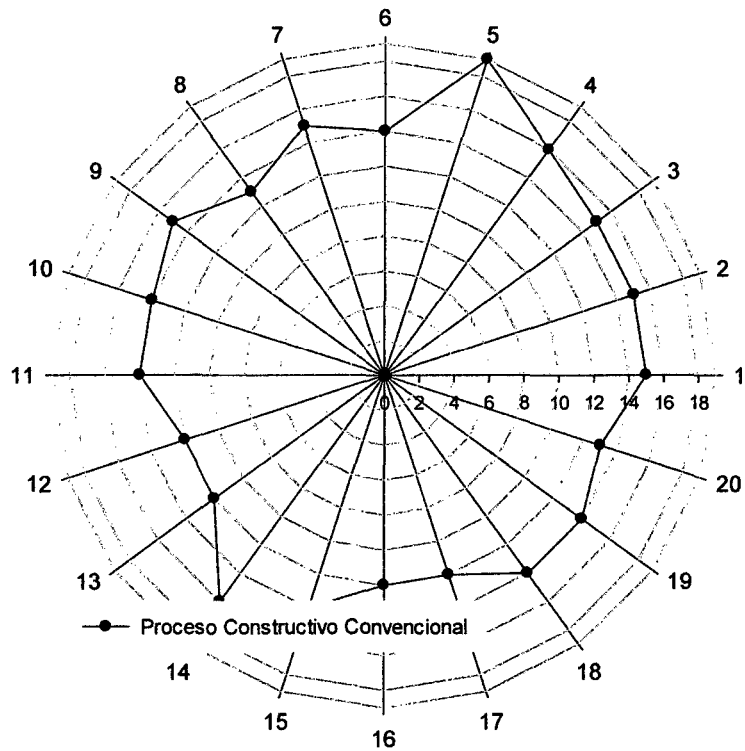


Figura 24. El grafico radar muestra la variación de los impactos ambientales significativos, en un proceso constructivo convencional, en una escala de 0 a 20. Considerando que el más alto es 20.

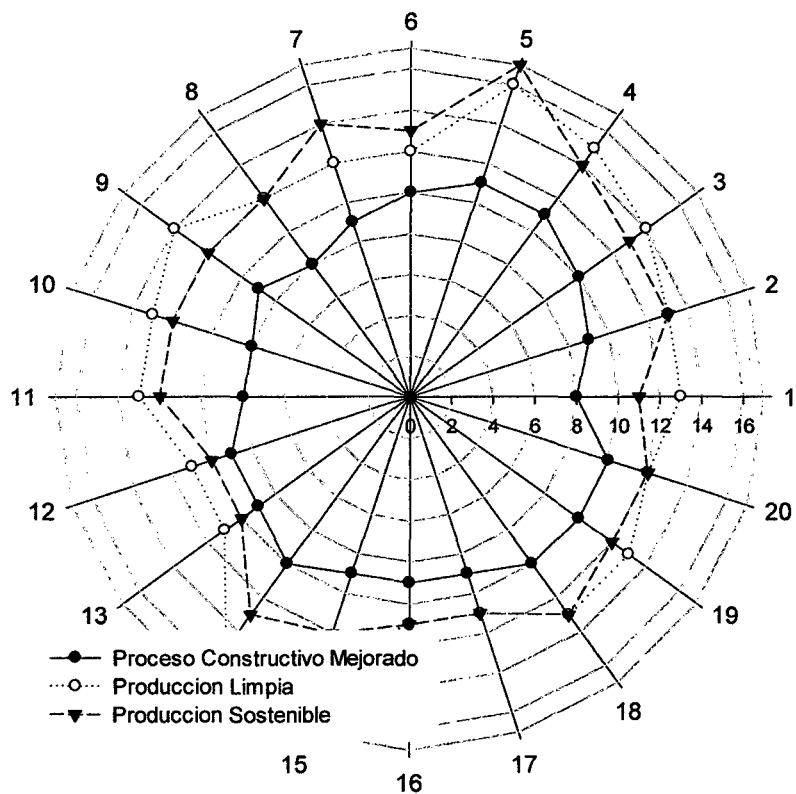


Figura 25. El grafico radar muestra la variación de los impactos ambientales significativos, según la producción limpia y sostenible a un proceso mejorado (constructivo). Reduciendo el impacto ambiental, tan solo mejorando la dirección técnica de los procesos.

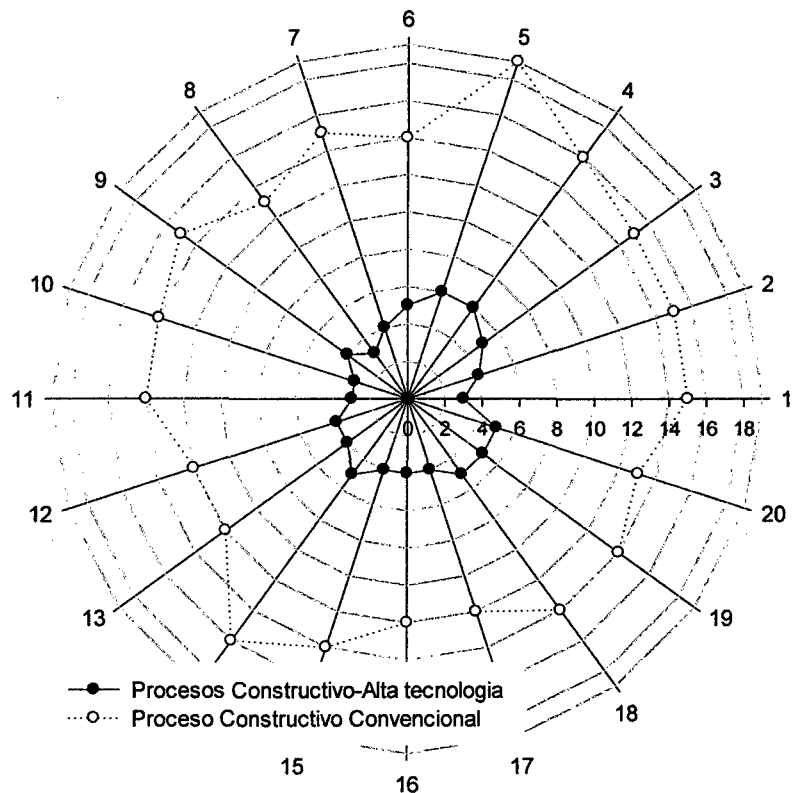


Figura 26. El grafico radar muestra la variación de los impactos ambientales más significativos, en un proceso convencional y un proceso tecnificado, reduciendo significativamente el impacto ambiental al 250%

Los procesos constructivos convencionales y de alta tecnología o mejorados, se enmarcan en los aspectos técnicos que directamente intervienen en la ejecución de una obra como el personal obrero, equipos y herramientas, materiales e insumos y elementos prefabricados (estas pueden ser desarrolladas por sub contrata). Estos aspectos marcan la diferencia entre una ejecución de obra convencional y de producción limpia y sostenible. En especial los elementos prefabricados y producidos fuera de la obra.

**CUADRO 14.
CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIA DE UNA EJECUCIÓN
CONVENCIONAL DE UNO TECNIFICADO O MEJORADO SEGÚN UNA
PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE.**

Descripción	Proceso Constructivo Convencional	Proceso Constructivo Tecnificado/Mejorado
	Sin producción limpia y sostenible	Con producción limpia y sostenible
Personal Obrero		
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación para la ejecución de cada uno de las partidas nuevas (procedimiento según tecnología y equipo) • Capacitación para la seguridad en obra 	No se capacita al personal obrero para el cumplimiento de sus tareas al inicio de la ejecución de partidas nuevas y la seguridad respectiva	se capacita al personal obrero para el cumplimiento de sus tareas para el inicio de cada partida nueva y la seguridad respectiva
Equipos Y Herramientas Innovadores Y Adecuados/Modernos		
<ul style="list-style-type: none"> • Equipos con tiempos de vida activas • Herramientas adecuadas según la magnitud de la obra • Equipos adecuados según la magnitud de la obra 	los equipos y herramientas no son modernos ni adecuados y no garantizan el rendimiento y la calidad de la ejecución de los trabajos programados	Equipos y herramientas modernos y adecuados que garantizan el rendimiento y la calidad de los trabajos programados
Materiales E Insumos		
<ul style="list-style-type: none"> • Materiales con especificaciones de uso • Uso requerido con exactitud • Materiales que garantizan la calidad de la obra • Materiales de uso con tecnologías actuales de construcción 	Materiales sin especificaciones de uso y son requeridos sin precisión	Materiales e insumos con especificaciones de uso, con requerimientos precisos
Elementos Prefabricados		
<ul style="list-style-type: none"> • Producción del concreto fuera de la obra y en cantidades requeridas • Elementos estructurales prefabricados • Acero estructural preparado en fabrica según los planos estructurales • Encofrados metálicos 	Elementos estructurales producidos a pie de obra, con la producción de concreto, acero estructural, encofrados de madera	Producción de concreto fuera de la obra, uso de elementos estructurales prefabricados, acero estructural preparado en fábrica y encofrados metálicos.

Fuente: Alfredo Serpell B. Productividad en la construcción.

Los impactos ambientales tienen una relación, en su proceso constructivo, de manera directa con la producción limpia y sostenible que determina la calidad de los procesos constructivos, según los indicadores ambientales establecidos para la ejecución del proyecto. La relación se establece como muestra la figura 25. Que se entiende de la forma siguiente:

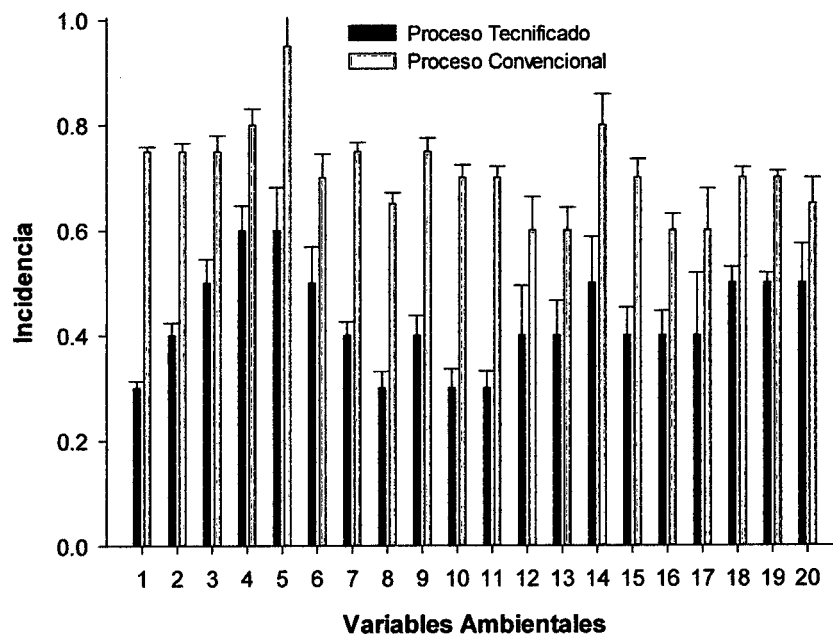


Figura 27. Incidencia de los procesos constructivos convencionales a lo tecnificado. Relación directa con la calidad del proceso constructivo

Al establecer la relación de los impactos ambientales de los procesos constructivos convencionales en edificaciones, tiene una relación directa con la calidad de ejecución de la obra de acuerdo a un proceso constructivo sostenible, según el cuadro 14. Que establece la optimización de los materiales en su uso, al caracterizar una adecuada capacitación del personal, equipos y herramientas adecuadas y elementos prefabricados.

La figura 26. Muestra la relación de la ejecución en cuanto a la calidad de los procesos constructivo, a mayor impacto menor es la calidad de los procesos constructivos, a menor impacto mayor es la calidad de los procesos constructivos.

HIPÓTESIS 2. Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones inciden negativamente en la calidad de ejecución de la obra respecto a una producción limpia y sostenible

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Los Impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones inciden negativamente en la calidad de ejecución de la obra con respecto a una producción limpia y sostenible.

$$H_o : \mu_1 = \mu_2$$

Los Impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones no inciden negativamente en la calidad de ejecución de la obra con respecto a una producción limpia y sostenible.

Dónde:

μ_1 = Impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones; relación directa con la calidad de ejecución de la obra

μ_2 = incidencia negativa en la calidad de los procesos constructivos de una obra está relacionada con una producción limpia y sostenible.

El cuadro 12, de resultados de la Web – modelos econométrico muestra los resultados y el grado de incidencia de cada una de las partidas en la ejecución de la obra. En la ecuación mostrada la variable explicada “Y” representa el grado de impacto producido por los procesos constructivos y las variables X1, X2, ..., X20, partidas presupuestadas y ejecutadas que representan las variables que

explican la incidencia de los procesos constructivos por cada partida ejecutada en una obra, denotando la calidad del procesos constructivo.

$$\begin{aligned}
 Y = & 0.054253 + 0.028135X_{01} + 0.041017X_{02} + 0.020306X_{03} + 0.043424X_{04} \\
 & + 0.051874X_{05} + 0.021692X_{06} + 0.014877X_{07} + 0.013097X_{08} \\
 & + 0.018144X_{09} + 0.019675X_{10} + 0.017535X_{11} + 0.024179X_{12} \\
 & + 0.021381X_{13} - 0.029844X_{14} - 0.018159X_{15} + 0.026046X_{16} \\
 & + 0.015249X_{17} + 0.024452X_{18} + 0.002345X_{19} + 0.002142X_{20} \\
 & + e_0
 \end{aligned}$$

La figura 28, muestra la relación de los impactos ambientales con la magnitud de la obra – proyecto, a mayor magnitud de la obra (envergadura) mayor es el impacto ambiental que se genera en el proceso de la construcción. Se denota también, que el incremento en costo para reducir los impactos ambientales en un proceso constructivo convencional es de 3 al 6% del presupuesto del costo directo de una obra.

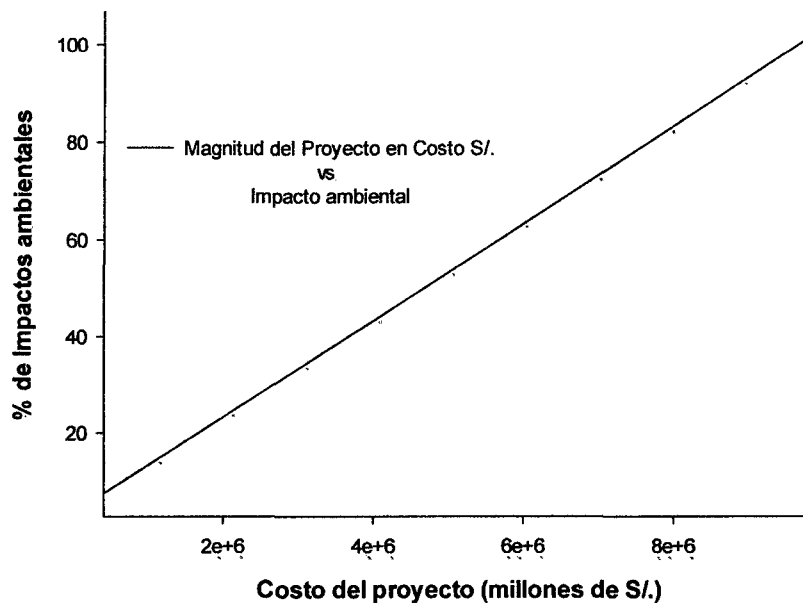


Figura 28. Relación impacto ambiental – magnitud del proyecto en costo

Discusión. La hipótesis planteada respecto a la contaminación de los impactos ambientales, producidos por procesos constructivos convencionales, que establecen la calidad del procesos de ejecución de la obra, determina resultados de incidencia cuantificables y medibles (mostradas en el cuadro 12 – incidencia/significancia). Coincidiendo con lo reportado por Gangoells *et al.*, (2014), que relacionan el grado de incidencia según la significancia de los impactos ambientales, a la calidad del procesos de ejecución de las obras. El cuadro 15 muestra la comparación de los impactos ambientales de una producción mejorada/tecnificada y una convencional.

**CUADRO 15.
REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO
CONVENCIONAL A UNO TECNIFICADO**

Descripción de variables	Reducción de impacto ambientales	
	Universidad Politécnica de Catalunya	Resultado de la investigación
X1 OBRAS PROVISIONALES	30%	65%
X2 TRABAJOS PRELIMINARES	35%	65%
X3 MOVIMIENTO DE TIERRAS	40%	70%
X4 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	45%	75%
X5 OBRAS DE CONCRETO ARMADO	45%	80%
X6 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	40%	60%
X7 REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	35%	60%
X8 CIELORRASOS	30%	60%
X9 PISOS Y PAVIMENTOS	35%	70%
X10 CONTRAZOCALOS	30%	65%
X11 ZOCALOS	30%	65%
X12 REVESTIMIENTOS	35%	55%
X13 REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS	35%	55%
X14 CARPINTERIA DE MADERA	40%	75%
X15 CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA	35%	65%
X16 CERRAJERIA	35%	55%
X17 VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	35%	55%
X18 PINTURA	40%	65%
X19 INSTALACION SANITARIA	40%	65%
X20 INSTALACION ELECTRICA	40%	60%

Fuente: elaboración propia.

Corresponde a lo especificado en el cuadro 14. Determina Gangoelle et al., 2014, que la utilización de materiales prefabricados es primero, desde la instalación de oficinas hasta la producción de concreto y algunos elementos estructurales prefabricados, para lograr una producción limpia y sostenible reduciendo los impactos ambientales significativamente en un 250%. Luego considera el uso de los materiales adecuados, equipos y herramientas adecuados y la capacitación del personal obrero.

Al cuantificar los impactos ambientales en un proceso convencional es alto, respecto a un proceso tecnificado que es leve, entonces haciendo válido lo reportado por Ding (2008), la producción limpia es cuantificable según su severidad, según el grado de incidencia de cada uno de las actividades que hacen un todo (partidas ejecutadas) que se ven reflejadas en la calidad del proceso de ejecución y el impacto ambiental, que concuerdan y proveen validez a los resultados obtenidos confirmando que la relación de los impactos ambientales, ocasionados por los procesos constructivos de una edificación de forma convencional con la calidad de la ejecución de la obra.

Del análisis desarrollado se desprende también que el material e insumos utilizados en la obra, según el cuadro 11. Y el cuadro 12. Guardan relación con el grado de contaminación de manera significativa según el uso del material, aspectos previamente establecidos por Zobel and Burman (2004), reportando que los impactos ambientales producidos en la ejecución de un proyecto son determinados por el consumo total de materiales e insumos, el uso de herramientas, equipos, maquinarias.

Para Singh *et al.* (2009), manifiestan que el grado de impacto ambiental en la ejecución de una obra está directamente relacionado con la magnitud de la misma, cuantificada en costo o área construida. La relación determinada para el presente estudio se dio en cuanto al costo del proyecto-obra, esta relación es mostrada en la figura 28, que detalla los montos asignados a cada obra.

CONCLUSIONES.

Los resultados de la investigación, para los objetivos planteados muestran consistencia en lo desarrollado, que concluye en lo siguiente:

Para el **primer y segundo** objetivo “Establecer la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción sostenible”. Y “Determinar la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, y una producción limpia”.

La base para el análisis y desarrollo del presente trabajo es el estudio ontológico que permite determinar los factores ambientales, identificar las causas predominantes de los impactos ambientales y los riesgos generados en un proceso constructivo de una obra, también una de las ventajas de este método es la de plantear una gestión integrada de los incidentes ambientales.

Se concluye que la relación es directa, dado que los impactos ambientales en los procesos constructivos en edificaciones, con un error del 0.652, tienen una implicancia directa en la calidad de ejecución para un proceso constructivo limpio y sostenible en un 95.70%, el resultado que los indicadores ambientales

(producción limpia y sostenible) muestran de la ejecución de obras, generan un impacto ambiental cuantificable por su significancia, mostrada en el cuadro 12.

La mejora de los procesos constructivos corresponde a la utilización de: Primero elementos prefabricados, no requiere la producción de material como el concreto u otros, a pie de obra, evitándose los impactos ambientales que genera la ejecución de partidas involucradas y se evita: emisiones de partículas en suspensión, ruido, vibraciones, uso del agua, generación de residuos, utilización de materiales e insumos descontrolados, riesgo de accidentes, conflictos en el tránsito y otros. Segundo equipos y herramientas. Que reduce las emisiones atmosféricas por combustión, ruido, vibraciones y que garantiza la ejecución y el cumplimiento de metas programadas con rendimientos adecuados. Tercero materiales. Sustitución de materiales, como el encofrado de madera por uno metálico, debido a la vida útil limitada e ilimitada respectivamente, mejorando y garantizando la calidad del proceso constructivo, sin la generación de residuos, ruido y otros. Cuarto capacitación al personal. Determina un trabajo eficaz y eficiente, reduciendo considerablemente los impactos ambientales debido a la aplicación de técnicas de procesos constructivos adecuados, en cuanto al manipuleo de equipos, herramientas, materiales e insumos. Cuantificados en la reducción de emisiones atmosféricas, ruidos, vibraciones, generación de residuos, uso excesivo del agua y otros. Al considerar los cuatro aspectos descritos se mejora la calidad de ejecución de las obras respecto a la aplicación de las teorías de producción limpia y sostenible, reduciendo los impactos ambientales.

El grado de significancia determinada, establece la relación de ejecución de un proceso constructivo convencional y tecnificado, mostrando el impacto ambiental generado para cada caso según el modelo planteado mostrado en el cuadro 12.

Además se concluye que el proceso de una producción limpia y sostenible, no puede aplicarse por separado, los impactos ambientales generados en los procesos constructivos, así como cada indicador ambiental, considera la producción limpia y sostenible, la cual muestra la figura N° 25 tipo radar.

El **tercer objetivo** “Analizar y determinar la incidencia de los impactos ambientales, de los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra como una producción limpia y sostenible, cuantificado en costo”.

La incidencia de cada una de las partidas determina la calidad de ejecución de un proceso constructivo, y el grado de impacto ambiental producido, estos son expresados mediante la significancia Cuadro 12, Que genera la ecuación del modelo. A la vez, los costos que generan los impactos ambientales producidos por los procesos constructivos, tienen una relación directa con la magnitud del proyecto, que es incrementada en un porcentaje del 3 al 6% del presupuesto total del proyecto.

Los impactos ambientales reducirán, en los procesos constructivos de la ejecución de la obra, si se aplican acciones correctivas en el orden mostrado en la figura 22. En vista que cada acción tiene una implicancia a la contaminación de manera directa.

Conclusión general. La minimización en el origen es una acción de prevención eficaz en el manejo de la ejecución de las obras, más aún cuando las

posibilidades técnicas y económicas del procesos constructivo son muy limitadas por la misma realidad regional. Esto se traducirá en beneficios de tipo ambiental y económico tales como el ahorro de materias primas, ahorro de energías (electricidad, combustible), ahorro en el consumo de agua, reducción de pérdidas de materiales, reducción de accidentes y emergencias ambientales, reducción de riesgos laborales, mejor operatividad en la obra, mejor gestión de procesos, retorno adicional debido a la recuperación y venta de subproductos, disminución del costo de tratamiento y/o disposición final de los residuos, disminución de costos asociados a problemas ambientales y de seguridad, mejor imagen del desempeño ambiental y mejora de la calidad de vida.

RECOMENDACIONES

Los impactos ambientales generados en los procesos constructivos de una obra, son inevitables, pero que son reducibles en su afectación, para lo cual se debe de implementar la tecnología y los procedimientos adecuados para la ejecución de una obra. La ejecución de cada una de las partidas generan impactos, según los resultados obtenidos, y que en esa misma proporción de deben de mejorar e implementar las tecnologías; denominadas así a materiales de mayor uso; encofrados (metálicos), producción de concreto (fuera de la obra), elementos prefabricados, etc. Además debe de renovarse los equipos y herramientas, mejorar la calidad de mano de obra. Esto sin duda mejora la calidad de ejecución de la obra respecto a la generación de los impactos ambientales y se advierte que deben de ser mejorados en la formulación del proyecto pre inversión e inversión.

Se recomienda proveer para los estudios de este género, contar con presupuesto que garanticen la toma de datos en el tiempo establecido en los procesos constructivos. Considérese también las problemáticas que sufre la ejecución de las obras, interrupciones – paralizaciones de obras y otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Alavedra, Pere, Domínguez, Javier, Gonzalo, Engracia, & Serra, Javier. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de la Construcción*, 49(451), 41-47.
- Albert, Cuchí, & Albert, Sagrera. (2007). Reutilización y Reciclaje de los Residuos del sector de La Construcción. *Ambienta*, 20(3).
- Alcalde, Juan. (1999). Residuos de construcción y demolición. *Globo Terráqueo*.
- Alnaser, N. W., Flanagan, R., & Alnaser, W. E. (2008). Model for calculating the sustainable building index (SBI) in the kingdom of Bahrain. *Energy and Buildings*, 40(11), 2037-2043. doi: 10.1016/j.enbuild.2008.05.015
- Allenby, Brad. (2004). Clean production in context: an information infrastructure perspective. *Journal of Cleaner Production*, 12(8-10), 833-839. doi: 10.1016/j.jclepro.2004.02.010
- Anumba, C.J., Issa, R.R.A., & Pan, J. (2008a). Collaborative project information management in a semantic web environment. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 15(1), 78-94.
- Anumba, C.J., Issa, R.R.A., & Pan, J. (2008b). Ontology-based information and knowledge management in construction. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 8(3), 218-239.
- Arroyave Rojas, Joan Amir, & Garcés Giraldo, Luís Fernando. (2012). Tecnologías ambientalmente sostenibles.
- Beckmerhagen, I.A., Berg, H.P., & Karapetrovic, W.O. (2003). Integration of management systems: focus on safety in the nuclear industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(2), 210-228.

- Bedoya, Carlos M. (2002). Ecomaterials in Colombia: confection of recycled concrete with rubbles. *XXX IAHS World Congress on Housing. Coimbra*, p 833-840.
- Bernardo, M., Casadesus, M., & Karapetrovic, S. (2009). How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study. *Journal of Cleaner Production*, 17(8), 742-750.
- Bhutto, K., Griffith, A., & Stephenson, P. (2004). Evaluation of Quality, Health and Safety and Environment Management Systems and their Implementation in Contracting Organisations. COBRA 2004. *The International Construction Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors*, 1, 7-8.
- Bourdeau, Luc. (1996). Environment and Buildings in France, CIB W82 Comission Meeting. *Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB)*.
- Bunz, K. R., Henze, G.P., & Tiller, D.K. (2006). Survey of Sustainable Building Design Practices in North America, Europe, and Asia. *Journal of Architectural Engineering*, 12(1), 33-62.
- Cáceres, Teran., & Johanna, A. (1996). Desenvolvament Sostenible. *Revista Tracte, Número 66, Octubre del 1996. ISSN 1132-7081*.
- Cardoso, J.M. (2005). Construction site environmental impact in civil engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 51-58.
- Casado, Martinez N. (2002). Edificios de alta calidad ambiental. *Ibérica, Alta Tecnología ISSN 0211-0776*.
- Clear, Tony, & MacDonell, Stephen G. (2011). Understanding technology use in global virtual teams: Research methodologies and methods. *Information and Software Technology*, 53(9), 994-1011. doi: 10.1016/j.infsof.2011.01.011
- Cole, R.J. (1999). Building environmental assessment methods: clarifying intentions. *Building Research and Information*, 27(4), 230-246.
- Cole, R.J. (2000). Building environmental assessment methods: Assessing construction practices. *Construction Management and Economics*, 18(8), 949-957.

- Chen, Ying, Okudan, Gül E., & Riley, David R. (2010). Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings. *Automation in Construction*, 19(2), 235-244. doi: 10.1016/j.autcon.2009.10.004
- Chen, Z, & Li, H. (2000). Environmental management of urban construction projects in China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(4), 320-324.
- Chen, Z, & Li, H. (2005). Environal Planning. *Journal of Construction Engineering and Management*, 1, 92–101.
- Chen, Z, & Li, H. (2006). Environmental management in construction. *London*.
- DAML, [on-line]. (2010). DAML ontology library Retrieved 22 February 2010 <http://www.daml.org/ontologies/>
- Darlington, M. J., & Culley, S. J. (2008). Investigating ontology development for engineering design support. *Advanced Engineering Informatics*, 22(1), 112-134. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2007.04.001>
- Ding, Grace K. C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451-464. doi: 10.1016/j.jenvman.2006.12.025
- Dione, S., Ruwanpura, J.Y., & Hettiaratchi, J.P.A. (2005). Assessing and managing the potential environmental risks of construction projects. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 10(4), 260-266.
- East, E. William., Kirby, Jeffrey G., & Liu, Liang Y. (2008). Verification and validation of a project collaboration tool. *Automation in Construction*, 17(2), 201-214. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2007.04.003>
- Edum-Fotwe, Francis T., & Price, Andrew D. F. (2009). A social ontology for appraising sustainability of construction projects and developments. *International Journal of Project Management*, 27(4), 313-322. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.04.003>
- Eom, C.S.J., & Paek, J.H. (2009). Risk index model for minimizing environmental disputes in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(1), 34-41.
- Gangoellés, Marta, Casals, Miquel, Forcada, Núria, & Macarulla, Marcel. (2014). Predicting on-site environmental impacts of municipal engineering works. *Environmental Impact Assessment Review*, 44(0), 43-57. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2013.08.004>

- Gangoellis, Marta, Casals, Miquel, Gassó, Santiago, Forcada, Núria, Roca, Xavier, & Fuertes, Alba. (2009). A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. *Building and Environment*, 44(3), 558-571. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.05.001>
- Garcia, A., & Gonzales, P. (2004). Manual de dirección y organización de obras. *CIE Dossat*.
- Garcia, Ana Cristina Bicharra, Kunz, John, Ekstrom, Martin, & Kiviniemi, Arto. (2004). Building a project ontology with extreme collaboration and virtual design and construction. *Advanced Engineering Informatics*, 18(2), 71-83. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2004.09.001>
- García, M.P. Piñeiro, & Vázquez, J. M García. (2007). *Particularidades de los sistemas de gestión medioambiental en las empresas constructoras: principales dificultades en su implantación*. Paper presented at the Empresa global y mercados locales: XXI Congreso Anual AEDEM, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, 6, 7 y 8 de junio de 2007.
- Glass, Jacqueline, & Simmonds, Mark. (2007). "Considerate construction": case studies of current practice. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(2), 131-149.
- Glinka, María E., Vedoya, Daniel E., & Pilar de Salazar, Claudia A. (2005). *Reducción del Impacto ambiental a partir de estrategias de Reciclaje y Reutilización de residuos sólidos provenientes de la demolición de edificios*. Universidad Nacional del Nordeste.
- Griffith, Alan. (2000). Integrated management systems: a single management system solution for project control? *Engineering Construction and Architectural Management*, 7(3), 232-240.
- Gruber, Thomas R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2), 199-220.
- Han, Xiaoli, & Chatterjee, Lata. (1997). Impacts of growth and structural change on CO2 emissions of developing countries. *World Development*, 25(3), 395-407. doi: 10.1016/s0305-750x(96)00110-6
- Institution, British Standards. (2006). Specification of common management system requirements as a framework for integration. In London: British Standards Institution (Ed.), *British Standards Institution*

- Institution, British Standards. (2007). OHSAS 18001:2007. In London: British Standards Institution. (Ed.), *Occupational health and safety management systems – Requirements*.
- ISO, 14000. (1992). International Organization for Standardization. *CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO*.
- ITeC. (2006). MetaBase <http://www.itec.es/nouBedec.e/bedec.aspx>. 25 de Setiembre del 2006
- Johnston, Andy, Hutchison, Jim, & Smith, Ann. (2000). Significant environmental impact evaluation: a proposed methodology. *Eco-Management and Auditing*, 7(4), 186-195.
- Jørgensen, Tine H., Remmen, Arne, & Mellado, M. Dolores. (2006). Integrated management systems – three different levels of integration. *Journal of Cleaner Production*, 14(8), 713-722. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.04.005>
- Karapetrovic, Stanislav. (2002). Strategies for the integration of management systems and standards. *The TQM Magazine*, 14(1), 61-67.
- Kibert, Charles. (1994). First International Conference on Sustainable Construction, Florida. *CIB-TG16*.
- Kibert, Charles. (2012). *Sustainable construction: green building design and delivery*. Wiley. com.
- Kilford, Steven. (2006). Sustainable Construction. *The UK viewpoint, The BRSIA Report CIBW82*.
- KSL, [on-line] (2010). Ontolingua library. <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>
- Lanting, Roel. (2009). Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010. (*Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw Publication number 96-BKR-) P007*.
- Lima, Celson, Zarli, Alain, & Storer, Graham. (2007). Controlled vocabularies in the European construction sector: evolution, current developments, and future trends *Complex Systems Concurrent Engineering* (pp. 565-574): Springer.
- Lundberg, K., Balfors, B., & Folkesson, L. (2007). Identification of environmental aspects in an EMS context: a methodological framework for the Swedish

- National Rail Administration. *Journal of Cleaner Production*, 15(5), 385-394. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.017>
- March, M.C. (1992). Construction and environment - a management matrix. *Chartered Builder*, 4, 11-12.
- MINAM, PERU. (2009). DECRETO SUPREMO N° 012-2009-MINAM. *COMPENDIO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL PERUANA*.
- Noy, Natalya F., & McGuinness, Deborah L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880.
- Ofori, G; Gang, G; Briffett, C. (2002). Implementing environmental management systems in construction. *Building and Environment* 12, 1397–1407.
- Ortiz, Oscar, Castells, Francesc, & Sonnemann, Guido. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23(1), 28-39. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012
- Pandit, Aarti, & Zhu, Yimin. (2007). An ontology-based approach to support decision-making for the design of ETO (Engineer-To-Order) products. *Automation in Construction*, 16(6), 759-770. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2007.02.003>
- Panigatti, M. C. (2008). Relevamiento de Residuos de construcción y Demolición en la Ciudad de Rafaela y departamento Castellanos.
- Pheng, Low Sui, & Shiua, Sua Chen. (2000). The maintenance of construction safety: riding on ISO 9000 quality management systems. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6(1), 28-44.
- PNUMA, ANA –. (2012). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Producción Limpia En La Construcción.
- Roberto, Hernández Sampieri, Carlos, Fernández Collado, & Pilar, Baptista Lucio. (1998). Metodología de la Investigación. *México DF 2da. Edición Edit. Mac Graw Hill*.
- Salazar, Alejandro. (2006). Diseño de materiales con residuos sólidos industriales. *Cátedra viajera CORONA*.

- Salomone, Roberta. (2008). Integrated management systems: experiences in Italian organizations. *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1786-1806. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.003>
- Sampieri, Roberto, Collado, Carlos Fernández, & Lucio, Pilar Baptista. (2008). Metodología de la investigación. *Editorial Mc Graw Hill*, 1, 998.
- Sampieri, Roberto Hernández, Collado, Carlos Fernández, Lucio, Pilar Baptista, & Pérez, Ma de la Luz Casas. (1998). *Metodología de la investigación*: McGraw-Hill México.
- Sanford, Jonathan. (1997). Alternative ways to fund the International Development Association (IDA). *World Development*, 25(3), 297-310. doi: 10.1016/s0305-750x(96)00111-8
- Sargent, Robert G. (2004). *Validation and verification of simulation models*. Paper presented at the Simulation Conference, 2004. Proceedings of the 2004 Winter.
- Sargent, Robert G. (2005). *Verification and validation of simulation models*. Paper presented at the Proceedings of the 37th conference on Winter simulation.
- Seiffert, Mari Elizabete Bernardini. (2008). Environmental impact evaluation using a cooperative model for implementing EMS (ISO 14001) in small and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 16(14), 1447-1461.
- Sharrard, A.L., Matthews, H.S., & Roth, M. . (2007). Environmental Implications of Construction Site Energy Use and Electricity Generation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(11), 846-854.
- Shen, L.Y., & Tam, V.W.Y. (2002). Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry. *International Journal of Project Management*, 20(7), 535-543.
- Shen, Li-yin, Tam, Vivian W. Y., Tam, Leona, & Ji, Ying-bo. (2010). Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 254-259. doi: 10.1016/j.jclepro.2009.10.014
- Singh, Rajesh Kumar, Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological*

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.05.011>

- Standardization., International Organization for. (2009). *Acoustics: Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*: International Organization for Standardization Geneva.
- Staub-French, Sheryl, Fischer, Martin, Kunz, John, & Paulson, Boyd. (2003). An ontology for relating features with activities to calculate costs. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 17(4), 243-254.
- Suarez, M. (2006). Estudio de hormigones con Residuos de Ladrilleria y Demolición.
- Tam, C.M., Tam, V.W.Y., & Tsui, W.S. (2004a). Green construction assessment for environmental management in the construction industry of Hong Kong. *International Journal of Project Management*, 22(7), 563-571.
- Tam, V.W.Y., Tam, C.M., Zeng, S.X., & Chan, K.K. (2006). Environmental performance measurement indicators in construction. *Building and Environment*, 2, 164–173.
- Tamayo, Mario. (1998). Metodología de la Investigación. *Universidad Pedagógica Nacional, Baja California Sur. México*.
- Tserng, H Ping, Yin, Samuel YL, Dzeng, RJ, Wou, B, Tsai, MD, & Chen, WY. (2009). A study of ontology-based risk management framework of construction projects through project life cycle. *Automation in Construction*, 18(7), 994-1008.
- Ugwu, O. O., Anumba, C. J., & Thorpe, A. (2005). Ontological foundations for agent support in constructability assessment of steel structures—a case study. *Automation in Construction*, 14(1), 99-114. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2004.08.009>
- Uher, T. (1999). Absolute indicator of sustainable construction. Proceedings of COBRA 1999. *Proceedings of COBRA 1999.*, 1(2), 1-2.
- Vale, B.i., & Vale, R. (2003). The Untapped Potential of the Low-Energy Building. *TOWN & PLANNING*, 62.
- W.W.F. (2003). The Built Environment Sector, Pre-Seminar Report. *Council for Environmental Education WWF, Department of Environment, De Monfort University Leicester*.

- Zeng, S. X., Shi, Jonathan J., & Lou, G. X. (2007). A synergetic model for implementing an integrated management system: an empirical study in China. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1760-1767. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.03.007>
- Zeng, S.X., Deng, Z.M., & Tam, V.W.T. (2003). ISO 14000 and the construction industry: Survey in China. *Management in Engineering*, 107-115.
- Zhang, Xiaoling, Shen, Liyin, & Zhang, Lei. (2013). Life cycle assessment of the air emissions during building construction process: A case study in Hong Kong. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17(0), 160-169. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.09.024>
- Zobel, T., & Burman, J. O. (2004). Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: experiences in Swedish organizations. *Journal of Cleaner Production*, 12(1), 13-27. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00167-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00167-1)
- Zutshi, Ambika, & Sohal, Amrik S. (2005). Integrated management system: the experiences of three Australian organisations. *Journal of manufacturing technology management*, 16(2), 211-232.

ANEXOS

Anexo N° 01: CUADRO DE CONSISTENCIA – OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE EDIFICACIONES Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;">PREGUNTA PRINCIPAL</p> <p>¿Cómo inciden los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, en la calidad de ejecución de la obra considerando una producción limpia y sostenible?</p> <p style="text-align: center;">PREGUNTA SECUNDARIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué relación tendrán los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción sostenible? • ¿Cuál será la relación que tendrán los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción limpia? • ¿Cuál será la incidencia de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra en relación a una producción limpia y sostenible, cuantificado en costos? 	<p style="text-align: center;">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la incidencia de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, y a una producción limpia y sostenible.</p> <p style="text-align: center;">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción sostenible. • Determinar la relación de los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra, de acuerdo a una producción limpia. • Analizar y determinar la incidencia de los impactos ambientales, de los procesos constructivos convencionales de edificaciones, respecto a la calidad de ejecución de la obra como una producción limpia y sostenible, cuantificado en costo. 	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS PRINCIPAL</p> <p>Los impactos ambientales causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones, desfavorecen la calidad de la ejecución de la obra con respecto a una producción limpia y sostenible.</p> <p style="text-align: center;">HIPOTESIS SECUNDARIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales en edificaciones tienen una relación directa con la calidad de ejecución de la obra de acuerdo a una producción sostenible. • Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales en edificaciones tienen una relación directa con la calidad de ejecución de la obra de acuerdo a una producción limpia. • Los impactos ambientales, causados por los procesos constructivos convencionales de edificaciones inciden negativamente en la calidad de ejecución de la obra respecto a una producción limpia y sostenible 	<p style="text-align: center;">“X”</p> <p style="text-align: center;">VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>X1: <i>Producción Limpia</i> X2: <i>Construcción Sostenible</i> X3: <i>Construcción Convencional</i></p> <p><i>Indicadores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Emisiones a la atmosfera</i> • <i>Emisiones al agua</i> • <i>Generación de residuos</i> • <i>Alteración del suelo</i> • <i>Consumo de recursos</i> • <i>Temas locales</i> • <i>Efectos sobre la biodiversidad</i> <p style="text-align: center;">“Y”</p> <p style="text-align: center;">VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Y1: <i>Impacto Ambiental</i></p> <p><i>Indicadores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Agua</i> • <i>Aire</i> • <i>Suelo</i> 	<p style="text-align: center;">TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Pura.</p> <p style="text-align: center;">NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptiva, explicativa</p> <p style="text-align: center;">POBLACIÓN</p> <p>La población a investigar está conformada por los proyectos que vienen ejecutando EL GRP. En el periodo 2012 – 2013, en edificaciones.</p> <p style="text-align: center;">MUESTRA</p> <p>La muestra de estudio corresponde a 25 proyectos. Por otro lado la muestra es no probabilística, los proyectos se seleccionaron por el investigador.</p> <p style="text-align: center;">Métodos:</p> <p>Descriptivo e inductivo.</p>

PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN EDIFICACIONES Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES CON RELACIÓN A UNA PRODUCCIÓN LIMPIA Y SOSTENIBLE

Partida Ejecutada:

0	0	0	0	NINGUNO	ESCALA DE IMPACTOS	
0	0	0	0			LUGAR Y ALREDEDORES
0	0	0	0			LOCAL Y REGIONAL
0	0	0	0			FUERA DE LA REGIÓN
NINGUNO	INFERIOR A LA FASE DE TRABAJO	IGUAL A LA FASE DE TRABAJO	SUPERIOR A LA FASE DE TRABAJO	IMPROBABLE		
DURACIÓN DE LOS IMPACTOS						

0	0	0	0	NINGUNO	ESCALA DE IMPACTOS	
0	1	2	3			LUGAR Y ALREDEDORES
0	2	4	5			LOCAL Y REGIONAL
0	3	5	6			FUERA DE LA REGIÓN
NINGUNO	INFERIOR A LA FASE DE TRABAJO	IGUAL A LA FASE DE TRABAJO	SUPERIOR A LA FASE DE TRABAJO	NO ES MUY PROBABLE		
DURACIÓN DE LOS IMPACTOS						

0	0	0	0	NINGUNO	ESCALA DE IMPACTOS	
0	2	4	6			LUGAR Y ALREDEDORES
0	4	8	12			LOCAL Y REGIONAL
0	6	12	18			FUERA DE LA REGIÓN
NINGUNO	INFERIOR A LA FASE DE TRABAJO	IGUAL A LA FASE DE TRABAJO	SUPERIOR A LA FASE DE TRABAJO	PROBABLE MENTE		
DURACIÓN DE LOS IMPACTOS						

0	0	0	0	NINGUNO	ESCALA DE IMPACTOS	
0	3	6	9			LUGAR Y ALREDEDORES
0	6	12	18			LOCAL Y REGIONAL
0	9	18	27			FUERA DE LA REGIÓN
NINGUNO	INFERIOR A LA FASE DE TRABAJO	IGUAL A LA FASE DE TRABAJO	SUPERIOR A LA FASE DE TRABAJO	MUY PROBABLE		
DURACIÓN DE LOS IMPACTOS						

16.- MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION PUNO

MUY PROBABLE		Aspectos Ambientales																		
		Emisiones al aire			Emisiones al agua			Emisiones al suelo		Generación de residuos		Uso de materiales		Consumo de energía		Aspectos sociales		Transporte	Contaminaciones accidentales	Efectos sobre la biodiversidad
		Emissiones de Gases y Partículas	Emissiones de Ruido	Emissiones de Vibraciones	Consumo de agua	Vertimientos Líquidos Industriales	Vertimientos Líquidos Domésticos	Intensidad de Uso del Suelo	area afectada para el uso de equipos, vertimiento	Producción de Residuos Peligrosos	Producción de Residuos No Peligrosos	Consumo de Materiales naturales	consumo de insumos insustanciales	Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de Energía por Combustibles	afectación a la población alto	problemas sociales			
Descripcion	und																			
OBRAS PROVISIONALES																				
	GLB	6	6	3	6	3	3	6	3	3	0	3	6	3	6	3	3	6	6	0
	GLB	3	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	6	3	0
TRABAJOS PRELIMINARES																				
	M2	6	6	3	3	0	0	6	3	0	3	0	0	6	0	6	6	0	3	6
	M3	6	6	6	0	0	0	6	6	9	0	0	6	0	9	9	9	9	6	6
	M2	6	6	3	0	0	0	3	3	9	0	0	3	3	0	6	3	3	3	0
	M3	6	6	6	0	3	0	6	6	6	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6
	M3	6	6	6	0	3	0	6	6	6	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6
	M2	3	3	6	6	0	6	9	6	0	6	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	3	6	6	0	6	9	6	0	6	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	GLB	6	6	6	0	3	0	6	6	3	0	0	3	0	6	6	6	6	6	3
	GLB	6	6	6	0	3	0	6	6	3	0	0	3	0	6	6	6	6	6	3
MOVIMIENTO DE TIERRAS																				
	M3	6	6	6	6	0	3	9	6	6	0	3	0	6	6	6	3	3	3	3
	M3	6	6	6	6	0	3	9	6	6	0	3	0	6	6	6	3	3	3	3
	M3	6	6	6	3	0	3	6	6	0	6	0	3	0	6	6	3	3	3	3
	M3	6	6	6	3	0	3	6	6	0	6	0	3	0	6	6	3	3	3	3
	M2	6	6	6	3	0	3	6	6	0	6	0	3	0	6	6	3	3	3	3
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																				
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	6	9	3	9	9	6	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
OBRAS DE CONCRETO ARMADO																				
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	KG	3	6	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	6	0	3	3	3	3	3
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	KG	3	6	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	6	0	3	3	3	3	3
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	KG	3	6	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	6	0	3	3	3	3	3
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	KG	3	6	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	6	0	3	3	3	3	3
	M3	3	6	3	9	3	9	6	3	3	3	6	0	6	6	3	3	3	3	3
	M2	3	6	3	0	3	0	6	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	KG	3	6	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	6	0	3	3	3	3	3
	GLB	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	0
	GLB	0	3	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	0
MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA																				
	M2	3	3	3	3	0	3	3	3	0	6	0	0	0	0	0	0	6	3	3
	M2	3	3	3	3	0	3	3	3	0	6	0	0	0	0	0	0	6	3	3
arquitectura																				
REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS																				
	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3

16.- MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION PUNO

MUY PROBABLE		Aspectos Ambientales																			
		Emisiones al aire			Emisiones al agua			Emisiones al suelo		Generación de residuos		Uso de materiales e		Consumo de energía		Aspectos sociales		Transporte	Contaminaciones accidentales	Efectos sobre la biodiversidad	
		Emisiones de Gases y Partículas	Emisiones de Ruido	Emisiones de Vibraciones	Consumo de agua	Vertimientos Líquidos Industriales	Vertimientos Líquidos Domésticos	Intensidad de Uso del Suelo	area afectada para el uso de equipos, vertimiento	¡Producción de Residuos Peligrosos	¡Producción de Residuos No Peligrosos	Consumo de Materiales naturales	consumo de insumos industriales	Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de Energía por Combustibles	afectación a la población alto	problemas sociales				
Descripcion	und																				
	COLUMNAS RECTAS: VESTIDURA DE ARISTAS	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	COLUMNAS CIRCULARES: TARRAJEO DE SUPERFICIES (Mezcla CA	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	VIGAS RECTAS: TARRAJEO DE SUPERFICIES (Mezcla CA 15, E=2cm	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	VIGAS RECTAS: VESTIDURA DE ARISTAS	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	VESTIDURA DE DERRAMES (Mezcla CA 15, E=2cm, A=12cm)	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	BRUÑAS E=1cm	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	CIELORRASOS																				
	CIELO RASO HORIZONTAL (Mezcla CA 14, E=2.5cm)	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	TARRAJEO DE SUPERFICIES EN FONDO DE ESCALERAS (Mezcla CA	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	VESTIDURA DE ARISTAS EN FONDO DE ESCALERAS	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	PISOS Y PAVIMENTOS																				
	CONTRAPISO DE 25mm (Mezcla CA, Base 15, Acabado E2)	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	CONTRAPISO DE 40mm (Mezcla CA, Base 15, Acabado E2)	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	PISO DE CERAMICO ANTIDESLIZANTE 30 x 30 cm.	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	PISO DE VINILICO E=2.5mm	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	PISO DE PARQUET HUAYACAN VETEADO	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	CONTRAZOCALOS																				
	CONTRAZOCALO DE TERRAZO H = 10 CM	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	CONTRAZOCALO DE MADERA CEDRO 3/4"x4" (Incluye Rodón)	M	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	ZOCALOS																				
	ZOCALO DE MAYOLICA BLANCA 20x20cm	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	REVESTIMIENTOS																				
	REVESTIMIENTO DE LAVATORIOS Y URINARIOS CON MAYOLICA	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS																				
	REVESTIMIENTO DE Peldaños y Gradas con Terrazo	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	REVESTIMIENTO DE DESCANSOS con Terrazo	M2	6	3	3	9	3	6	3	3	3	0	6	6	3	0	3	3	3	3	3
	CARPINTERIA DE MADERA																				
	PUERTAS CONTRAPICADAS E=45mm	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PUERTAS DE TABLERO REBAJADO	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA																				
	VENTANAS DE TUBO ELECTROSOLDADO 2"x4"	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PUERTAS DE PLANCHA METALICA	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PUERTAS DE TUBO ELECTROSOLDADO 2" x 1"	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	DIVISION METALICA EN SERVIDOS HIGIENICOS	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	BARANDA METALICA DE P"Ø, D=1 1/2"	M	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	BARANDA METALICA DE P"Ø, D=2"	M	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	MARCO METALICO P/PUERTAS DE TUBO ELECTROSOLDADO 2"x4"	M	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	CERRAJERIA																				
	BISAGRAS CAPUCHINAS ALUMINIZADAS 4"	PAR	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	CERRADURA PARA PUERTAS PRINCIPALES	PZA	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	CERRADURA PARA PUERTAS INTERIORES	PZA	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	CERRADURA DE BOLA SS.HH.	PZA	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PICAPORTE DE ALUMINO 6"	PZA	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES																				
	CRISTAL TRANSPARENTE DOBLE, E=4mm	P2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	VIDRIO CATEDRAL E=4mm	P2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	CRISTAL REFLEJANTE, E=6mm	P2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	VIDRIO SISTEMA TEMPLEX	P2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	COLOCACION DE ESPEJOS EN SS.HH.	P2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA																				
	PINTURA LATEX EN CIELO RASO (Incluye Vigas y Fondo de Escalera)	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA EN MURDOS INTERIORES (Incluye Columnas y Derrames)	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA EN MURDOS EXTERIORES (Incluye Columnas y Derrames)	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA BARNIZ EN CONTRAZOCALOS DE MADERA	M	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA BARNIZ EN PUERTAS DE MADERA	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA ANTICORROSIVA EN VENTANAS DE T. ELECTROSOLDADO (E	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA ANTICORROSIVA EN PUERTAS Y ELEMENTOS DE T. ELECTR	M2	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	PINTURA ANTICORROSIVA EN BARRANDAS, PASAMANOS Y MARCOS	M	6	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	6	6	3	3	3	3	3	3
	VARIOS LIMPIEZA Y JARDINERIA																				
	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	6	6	0	6	0	6	3	0	0	0	3	0	6	0	6	6	3	3	3

Procesos constructivo

16.- MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION PUNO

PROBABLEMENTE		Aspectos Ambientales															Transporte	Contaminaciones accidentales	Efectos sobre la biodiversidad			
		Emisiones al aire			Emisiones al agua			Emisiones al suelo		Generación de Residuos		Uso de Materiales		Consumo de Energía		Aspectos						
		Emisiones de Gases y Partículas	Emisiones de Ruido	Emisiones de Vibraciones	Consumo de agua	Vertimientos Líquidos Industriales	Vertimientos Líquidos Domésticos	Intensidad de Uso del Suelo	area afectada por el uso de equipos.	Producción de Residuos Peligrosos	Producción de Residuos No Peligrosos	Consumo de Materiales naturales	consumo de insumos industriales	Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de Energía por Combustibles	afectación a la población (alt.)				problemas sociales		
Descripcion	und																					
Proceso constructivo	CIELORRASOS																					
	CIELO RASO HORIZONTAL (Mezcla CA H4, E=2.5cm)	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	TRABAJOS DE SUPERFICIES EN FONDO DE ESCALERAS (Mezcla P.A.H.C. E=1.5cm)	M2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2
	VESTIDURA DE ARISTAS EN FONDO DE ESCALERAS	M	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	PISOS Y PAVIMENTOS																					
	CONTRAPISO DE 25mm (Mezcla C.A. Base 15. Acabado 12)	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	CONTRAPISO DE 48mm (Mezcla C.A. Base 15. Acabado 12)	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	PISO DE CERAMICA ANTIDESLIZANTE 30 x 30 cm.	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	PISO DE VINILO E=2.5mm	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	PISO DE PARGUET HUYAGACHA VETADO	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	CONTRAZOCALOS																					
	CONTRAZOCALOS DE TERRAZO H = 10 CM	M	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	CONTRAZOCALOS DE MADERA CEDRO 3/4"x4" (Incluye Rodin)	M	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	ZOCALOS																					
	ZOCALOS DE MAYOLICA BLANCA 20x20cm	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	REVESTIMIENTOS																					
	REVESTIMIENTO DE LAVATORIOS Y URINARIOS CON MAYOLICA	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	REVESTIMIENTO DE GRABAS Y ESCALERAS																					
	REVESTIMIENTO DE PELLEROS Y GRABAS CON TERRAZO	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	REVESTIMIENTO DE DESCANSOS CON TERRAZO	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
	CARPINTERIA DE MADERA																					
	PUERTAS CONTRAPLACADAS E=45mm	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	PUERTAS DE TABLERO REBALADO	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA																					
	VENTANAS DE TUBO ELECTROSOLDADO 2"x4"	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	PUERTAS DE PLANCHA METALICA	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	PUERTAS DE TUBO ELECTROSOLDADO 2" x 1"	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	DIVISION METALICA EN SERVICIOS HIGIENICOS	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	BARANDA METALICA DE FPO. D=1 1/2"	M	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	BARANDA METALICA DE PPO. D=2"	M	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	MARCO METALICO P/PUERTAS DE TUBO ELECTROSOLDADO 2" x4"	M	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	GERRAJERIA																					
	CERRADURA PARA PUERTAS PRINCIPALES	PZA	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	CERRADURA PARA PUERTAS INTERIORES	PZA	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	CERRADURA DE BOLA SS PH.	PZA	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	PICAPORTE DE ALUMINIO 6"	PZA	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	MORIOS, CRISTALES Y SIMILARES																					
	CRISTAL TRANSPARENTE DOBLE E=4mm	P2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	MORIO CATEDRAL E=4mm	P2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
	CRISTAL REFLEJANTE E=6mm	P2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2
MORIO SISTEMA TEMPLEX	P2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
COLOCACION DE ESPEJOS EN SS PH.	P2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA																						
PINTURA LATEX EN CIELO RASO (Incluye Vigas y Fondo de Escaleras)	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA EN MURIS INTERIORES (Incluye Columnas y Derivames)	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA EN MURIS EXTERIORES (Incluye Columnas y Derivames)	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA BARRO EN CONTRAZOCALOS DE MADERA	M	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA BARRO EN PUERTAS DE MADERA	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA ANTICORROSIONA EN VENTANAS DE T. ELECTROSOLDADO (Interiores)	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA ANTICORROSIONA EN PUERTAS Y ELEMENTOS DE T. ELECTROSOLDADO (Interior)	M2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
PINTURA ANTICORROSIONA EN BARANDAS, PASAMANOS Y MARCHOS	M	4	4	2	2	2	2	2	2	2	0	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	
VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA																						
LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	4	4	0	4	0	4	2	0	0	0	2	0	4	0	4	4	2	2	2	2	
TRABAJOS DE JARDINERIA	M2	4	4	0	4	0	4	2	0	0	0	2	0	4	0	4	4	2	2	2	2	
INSTALACION SANITARIA																						
Instalaciones sanitarias		2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	2	0
SISTEMA DE AGUA FRIA Y CONTRA INCENDIO																						
SALIDA DE AGUA FRIA 1/2" (Incluye Tuberia PVC y Accesorios PVC D-10)	PTO	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	2	0
SISTEMA DE AGUA DE LLUVIA																						
TUBERIA DE BALADA Y DISTRIBUCION. TUBERIA PVC SAL 3"	M	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	2	0
CANAL DE AGUAS PLUVIALES: ELEVACION DE CANAL	M3	4	4	4	4	0	2	6	4	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
REFRJE Y ANELACION EN TERRENO NORMAL	M2	2	2	4	4	0	4	6	4	0	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	2
CANAL DE AGUAS PLUVIALES: ELEVACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	4	4	4	0	2	0	4	4	6	0	0	0	0	4	4	6	4	4	4	4	4
CANAL DE AGUAS PLUVIALES: CONCRETO FCS=140 KG/CM2	M3	2	4	2	6	2	6	4	2	2	2	4	0	4	4	2	2	2	2	2	2	3

16.- MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION PUNO

PROBABLEMENTE			Aspectos Ambientales																Transporte	Contaminaciones ambientales	Efectos sobre la biodiversidad
			Emisiones al aire			Emisiones al agua			Emisiones al suelo		Generación de Residuos		Uso de Materiales		Consumo de Energía		Aspectos				
			Emisiones de Gases y Partículas	Emisiones de Ruido	Emisiones de Vibraciones	Consumo de agua	Vertimientos Líquidos Industriales	Vertimientos Líquidos Domésticos	Intensidad de Uso del Suelo	Intensidad de uso de equipos	Producción de Residuos Peligrosos	Producción de Residuos No Peligrosos	Consumo de Materiales naturales	Consumo de insumos industriales	Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de Energía por Combustibles	Afectación a la población (alt)	problemas sociales			
Descripción	und																				
CANAL DE AGUAS PLUVIALES: ENCONDADO Y DESCONDADO	M2	2	4	2	0	2	0	4	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
CANAL DE AGUAS PLUVIALES: TARRAJERO IMPERMEABILIZADO (Mezcla CA 15, e=1.5cm)	M2	4	2	2	6	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
PANAL DE AGUAS PLUVIALES DE BOLA METALICA	M	4	2	2	2	2	4	2	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
CONCRETO FC=140 KG/CM2	M3	2	4	2	6	2	6	4	2	2	2	4	0	4	4	2	2	2	2	2	3
ENDOSADO Y DESCONDADO	M2	2	4	2	0	2	0	4	2	2	0	4	4	2	0	2	2	2	2	2	2
ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	2	4	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	4	0	2	2	2	2	2	2
INSTALACION ELECTRICA																					
INSTALACION ELECTRICAS	UND	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
CANALIZACIONES Y/O TUBERIAS																					
INSTALACION DE DUCTOS PVC SEL Q=3/4"	M	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
CONDUCTORES Y/O CABLES																					
CABLEADO CONDUCTOR 2.5 mm2 TV	M	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
TABLEROS E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS																					
TABLERO GENERAL TRIFASICO	PZA	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
ARTEFACTOS																					
FLUORESCENTE RECTO 2x40 W/C/EQUIPO Y PANTALLA	UND	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
INSTALACIONES ESPECIALES Y PRUEBAS ELECTRICAS																					
PRUEBA DE FUERZA A TIERRA DE 100N, 100V, 100A EN UNO DE LOS CABLES DE LA INSTALACION	UND	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
CONSTRUCCION DE BUDIN TIPO "C" (Acemilada Fibra Optica)	UND	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0
PRUEBAS EN INSTALACIONES ELECTRICAS	GLB	2	2	0	2	2	4	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	0

16.- MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CAPACITACION EN LA DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION PUNO

NO ES MUY PROBABLE			Aspectos Ambientales														Transporte	Contaminaciones accidentales	Efectos sobre la biodiversidad		
			Emisiones al aire			Emisiones al agua			Emisiones al suelo		Generación de Residuos		Uso de Materiales		Consumo de Energía					Aspectos Sociales	
			Emisiones de Gases y Partículas	Emisiones de Ruido	Emisiones de Vibraciones	Consumo de agua	Vertimientos Líquidos Industriales	Vertimientos Líquidos Domésticos	Intensidad de Uso del Suelo	area afectada para el uso de equipos, vertimiento de	Producción de Residuos Peligrosos	Producción de Residuos No Peligrosos	Consumo de Materiales naturales	consumo de insumos insustanciales	Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de Energía por Combustibles				afectación a la población alto	problemas sociales
Descripción	Und																				
CANAL DE AGUAS PLUMALES: REJILLA METALICA	M	2	1	1	3	1	2	1	1	0	2	2	1	0	1	1	1	1	1		
CONCRETO FC=H0 KG/CM2	M3	1	2	1	3	1	3	2	1	1	2	0	2	2	1	1	1	1	1		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1	2	1	0	1	0	2	1	1	0	2	2	1	0	1	1	1	2		
ACERO Py=4700 KG/CM2	KG	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	1	1	1	1		
INSTALACION ELECTRICA	UND	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
INSTALACION ELECTRICAS	UND	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
CANALIZACIONES Y/O TUBERIAS																					
INSTALACION DE DUCTOS PVC SEL D=3/4"	M	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
CONDUCTORES Y/O CABLES																					
CABLEADO CONDUCTOR 7.5 mm2 TW	M	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
TABLEROS E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS																					
TABLERO GENERAL TRIFASICO	PZA	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
ARTEFACTOS																					
FLUORESCENTE RECTO 2x40 W C/EMPUDO Y PANTALLA	UND	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
INSTALACIONES ESPECIALES Y PRUEBAS ELECTRICAS																					
POZO DE PUESTA A TIERRA DE 2.80x1.00x1.00m	UND	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
CONSTRUCCION DE BUZON TIPO "C" (Acometido Fibra Optica)	UND	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		
PRUEBAS EN INSTALACIONES ELECTRICAS	GLB	1	1	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	2	1		